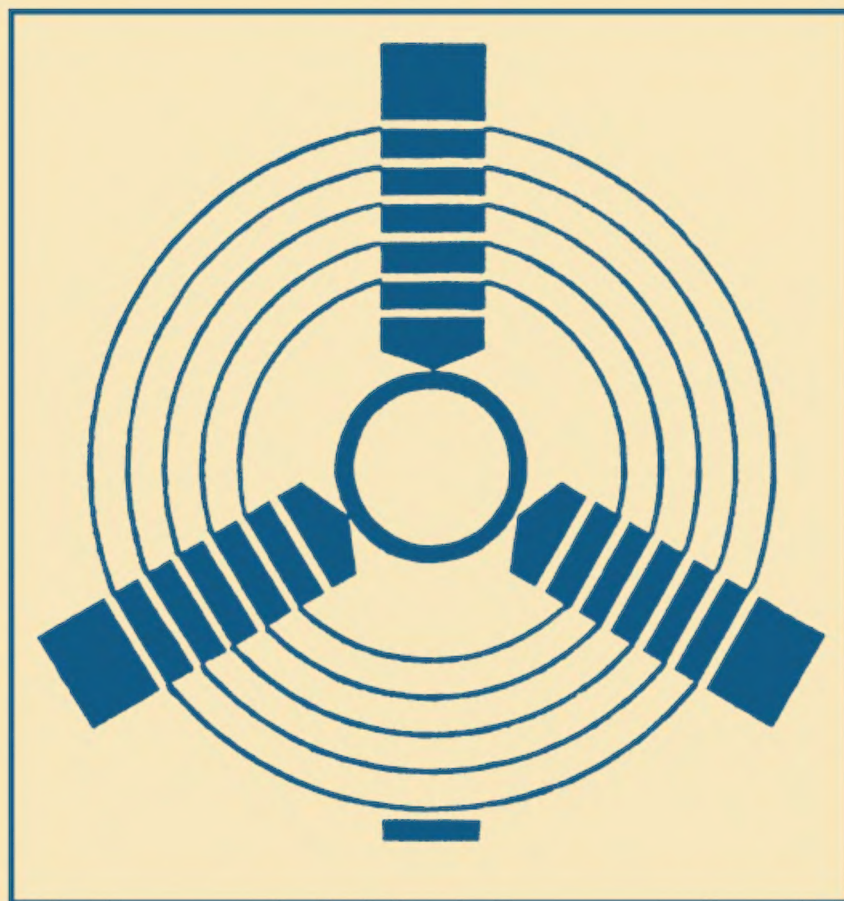


А.Н.ОГЛОБЛИН • ОСНОВЫ ТОКАРНОГО ДЕЛА •



А.Н. ОГЛОБЛИН

**ОСНОВЫ
токарного
дела**

А. Н. ОГЛОБЛИН

ОСНОВЫ ТОКАРНОГО ДЕЛА

Издание третье,
переработанное

Под редакцией
профессора Г. А. Глазова



ЛЕНИНГРАД
«МАШИНОСТРОЕНИЕ»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1974



6П4.61
О-37
УДК 621.941

Оглоблин А. Н.

О-37 Основы токарного дела. Изд. 3-е, перераб. Под ред. проф. Г. А. Глазова. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1974. 328 с.

В книге приведены основные сведения о процессе резания и резцах, устройстве токарных станков, способах закрепления обрабатываемых деталей, допусках и посадках, методах достижения заданной шероховатости и точности поверхностей, обрабатываемых на токарных станках, методах контроля. Значительное внимание уделено основным токарным работам: обработке наружных поверхностей, отверстий, конусов, нарезанию резьб и т. д. Изложены способы повышения производительности путем применения различных приспособлений и устройств, освоения метода групповой обработки, а также других средств и приемов, основанных главным образом на практическом опыте токарей-новаторов.

Третье издание (2-е изд. 1967 г.) дополнено и исправлено в соответствии с современным состоянием токарного дела.

Книга предназначена для токарей 1—2-го разрядов. Она может быть также полезна учащимся профессионально-технических училищ и мастерам производственного обучения.

Табл. 40. Ил. 279. Список лит. 10 назв.

О $\frac{31207-84}{038(01)-74}$ 84—74

6П4.61

ПРЕДИСЛОВИЕ

Книга „Основы токарного дела” впервые была издана в 1959 г. Ее автор А. Н. Оглоблин широко известен в нашей стране как талантливый популяризатор вопросов металлообработки. Его книги „Токарное дело“, „Техминимум токаря“, „Токарные станки и работа на них“, „Токарь-универсал“, „Справочник токаря“, а также „Фрезерное дело“, „Техминимум фрезеровщика“, „Справочник фрезеровщика“ и многие другие явились основой технической подготовки многих тысяч высококвалифицированных рабочих и мастеров.

В 1967 г. вышло второе, посмертное издание этой книги, подготовленное в основном самим автором.

В третьем издании, посвященном 80-летию автора, сохранена структура изложения материала, принятая в первых изданиях, однако большая часть его обновлена, дополнена или откорректирована в соответствии с современными требованиями стандартов, а также техники токарного дела. Так, полностью переработана вторая глава первой части — „Токарные станки и их обслуживание”. Вместо устаревшего станка модели 1А62 дано описание станка модели 1К62, а также приведены некоторые общие данные о станке модели 16К20, серийное производство которого начато заводом „Красный пролетарий” в 1973 г.

Четвертая глава первой части — „Шероховатость и точность поверхностей, обрабатываемых на токарных станках”—дополнена сведениями о точности формы и взаиморасположения поверхностей и их обозначении в чертежах в соответствии с нормами ЕСКД.

Как в первой, так и в остальных частях книги изъяты устаревшие данные (например, о нарезании резьбы на токарных станках, ходовой винт которых имеет резьбу с шагом, выраженным числом витков на один дюйм, и др.), а также устаревшая графика. Введены некоторые новые определения, дано описание

конструкций приспособлений и инструментов, предложенных токарями-новаторами, и др. Пояснено значение единой системы технологической документации (ЕСТД), а также приведены общие принципы построения общесоюзного классификатора продукции (ОКП) применительно к деталям общемашиностроительного применения.

Подробнее рассмотрены вопросы организации рабочего места как части общей проблемы научной организации труда (НОТ), большее внимание уделено вопросам техники безопасности.

Издательство и редактор книги надеются, что она будет полезна молодым рабочим при освоении ими токарного дела.

Часть первая

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТОКАРНОГО ДЕЛА

Глава I

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЦЕССЕ РЕЗАНИЯ И РЕЗЦАХ

1. НЕОБХОДИМЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Понятие о припуске на обработку. Детали машин, обрабатываемые на металлорежущих станках, изготавливаются из отливок, поковок, кусков прокатного материала и других заготовок. Деталь получает требуемые форму и размеры после того, как с заготовки будут срезаны все излишки материала или, как говорят, припуски, получившиеся при ее изготовлении.

Припуском (общим) называется слой металла, который необходимо удалить с заготовки для получения детали в окончательно обработанном виде.

Некоторые детали обрабатываются последовательно на нескольких станках, на каждом из которых снимается только часть общего припуска. Так, например, детали, диаметральные размеры которых должны быть очень точными, а поверхности иметь весьма малую шероховатость, обрабатывают предварительно на токарных, а окончательно на шлифовальных станках.

Слой металла, снимаемый на токарном станке, называется *припуском на токарную обработку*.

При обработке цилиндрических деталей различают — *припуск на сторону и припуск на диаметр*. Припуск на диаметр равен удвоенной величине припуска на сторону. Он может определяться как разность диаметров в одном и том же сечении до и после обработки.

Часть металла, снятая (срезанная) с заготовки в процессе ее обработки, называется *стружкой*.

Все приведенные выше определения сохраняют силу и при обработке деталей из неметаллических материалов (пластмассы, резины и т. п.).

Клин как основа любого режущего инструмента. Режущие инструменты, применяемые при обработке деталей на станках, в частности токарных, очень разнообразны, но сущность работы их одинакова. Каждый из этих инструментов является клином, устройство и работа которого общеизвестны.

Нож (рис. 1, а), посредством которого мы затачиваем карандаш, в поперечном сечении имеет форму клина. Столярная стамеска (рис. 1, б) также представляет собой клин с острым углом между его боковыми сторонами.

Наиболее употребительный режущий инструмент при обработке деталей на токарных станках — резец (рис. 1, в). Сечение рабочей части резца также имеет вид клина.

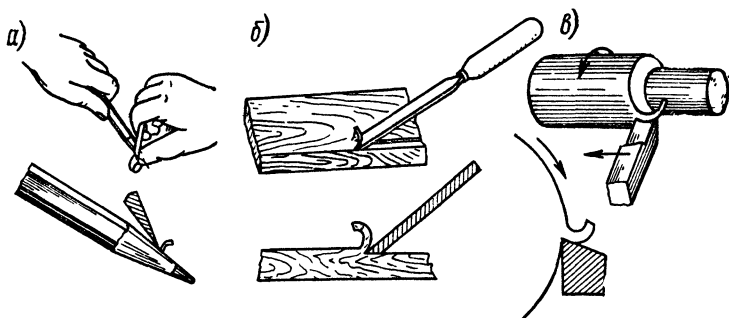


Рис. 1. Клин как основа любого режущего инструмента

Движения резания при точении. На рис. 2 схематически показано обтачивание детали 1 резцом 2. Деталь при этом вращается по стрелке v , а резец перемещается по стрелке s и снимает с детали стружку. Первое из этих движений является *главным*. Оно характеризуется скоростью резания. Второе движение — *движение подачи*.

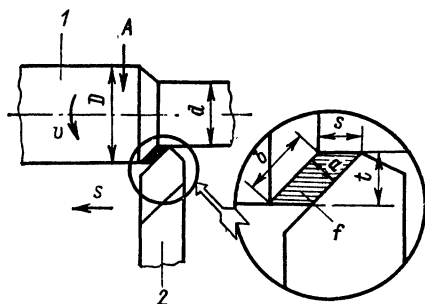


Рис. 2. Движения и элементы резания при точении

Скорость резания. Каждая точка обрабатываемой поверхности детали (рис. 2), например точки А, проходит в единицу времени, например в одну минуту, некоторый путь. Длина этого пути может быть больше или меньше в зависимости от числа оборотов в минуту детали и от ее диаметра и определяет собой скорость резания.

Скоростью резания называется длина пути, который проходит в одну минуту точка обрабатываемой поверхности детали относительно режущей кромки резца. Скорость резания измеряется в метрах в минуту и обозначается буквой v . Для краткости вместо слов «метров в минуту» принято писать м/мин.

Скорость резания при точении находится по формуле

$$v = \frac{\pi D n}{1000}, \quad (1)$$

где v — искомая скорость резания в м/мин; π — отношение длины окружности к ее диаметру, равное 3,14; D — диаметр обрабатываемой поверхности детали в мм; n — число оборотов детали в минуту¹.

Произведение $\pi D n$ в формуле (1) должно быть разделено на 1000, чтобы найденная скорость резания была выражена в метрах.

Формула эта читается так: скорость резания равна произведению длины окружности обрабатываемой детали на число оборотов ее в минуту, разделенному на 1000.

Пример 1. Обрабатываемый на станке вал делает 300 об/мин. Диаметр заготовки вала 50 мм. Какова скорость резания?

По формуле (1) находим

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 300}{1000} = 47,1 \text{ м/мин.}$$

Определение числа оборотов в минуту детали данного диаметра, которое она должна делать при принятой скорости резания, производится по формуле

$$n = \frac{1000v}{\pi D}. \quad (2)$$

Пример 2. Вал, заготовка которого имеет диаметр 50 мм, должен быть обработан при скорости резания 47,1 м/мин. Сколько оборотов в минуту должен делать вал?

По формуле (2) находим

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 47,1}{3,14 \cdot 50} = 300 \text{ об/мин.}$$

Подача. Перемещение резца при резании в зависимости от условий работы может происходить быстрее или медленнее и характеризуется, как это отмечено выше, подачей.

Подачей называется величина перемещения резца за один оборот обрабатываемой детали. Подача измеряется в миллиметрах на один оборот детали и обозначается буквой s . Для краткости вместо слов «миллиметров на один оборот» принято писать мм/об.

Подача называется *продольной*, если перемещение резца происходит параллельно оси обрабатываемой детали, и *поперечной*, когда резец перемещается перпендикулярно к этой оси.

Глубина резания. При перемещении резец снимает с детали слой материала, толщина которого характеризуется глубиной резания.

Глубиной резания называется толщина снимаемого слоя материала, измеренная по перпендикуляру к обработанной поверхности детали. Глубина резания измеряется в миллиметрах и обозначается буквой t . Глубиной резания при наружном обтачивании является половина разности диаметров обрабатываемой детали до и после прохода резца. Таким образом, если диаметр детали до обтачивания был 100 мм, а после одного прохода резца стал равен 90 мм, то это значит, что глубина резания была

$$t = \frac{100 - 90}{2} = 5 \text{ мм.}$$

¹ По терминологии, принятой в единой Международной системе единиц (СИ), n — частота вращения детали в об/мин.

Срез, его толщина, ширина и площадь. Вследствие остаточной деформации¹ стружки, происходящей в процессе ее образования, ширина и особенно толщина ее получаются больше размеров b и a на рис. 2. Длина стружки оказывается меньше соответственного размера обработанного участка поверхности детали. Поэтому площадь f , заштрихованная на рис. 2 и называемая срезом, не отражает поперечного сечения стружки, снимаемой в этом случае.

Срезом называется поперечное сечение слоя металла, снимаемого при данной глубине резания и подаче. Размеры среза характеризуются его толщиной и шириной.

Толщиной среза называется расстояние между положениями режущей кромки резца до и после одного оборота детали, измеренное по перпендикуляру к режущей кромке. Толщина среза измеряется в миллиметрах (мм) и обозначается буквой a .

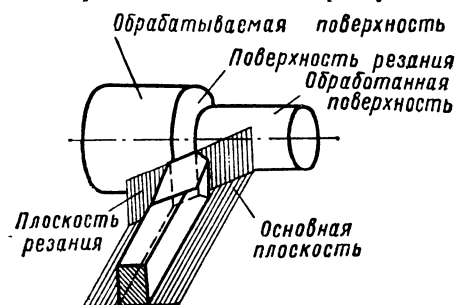
Шириной среза называется расстояние между крайними точками работающей части режущей кромки резца. Ширина среза из-

меряется в миллиметрах (мм) и обозначается буквой b .

Четырехугольник, заштрихованный на рис. 2, изображает площадь среза.

Площадь среза равна произведению подачи на глубину резания. Площадь среза измеряется в мм^2 , обозначается буквой f и определяется по формуле

Рис. 3. Поверхность и плоскости в процессе резания



$$f = st, \quad (3)$$

где f — площадь среза в мм^2 ; s — подача на один оборот в мм; t — глубина резания в мм.

Если, например, обтачивание детали производится при подаче 0,2 мм/об и глубине резания 4 мм, то площадь среза равна

$$f = st = 0,2 \cdot 4 = 0,8 \text{ мм}^2.$$

Поверхности и плоскости в процессе резания. На обрабатываемой детали при снятии с нее стружки резцом различают поверхности: обрабатываемую, обработанную и поверхность резания (рис. 3).

Обрабатываемой поверхностью называется та поверхность, с которой снимается стружка.

¹ Остаточная деформация — изменение формы и размеров тела под влиянием приложенных к нему внешних сил, сохраняющееся после прекращения действия этих сил.

Обработанной поверхностью называется поверхность детали, полученная после снятия стружки.

Поверхностью резания называется поверхность, образуемая на обрабатываемой детали непосредственно режущей кромкой резца.

Для определения углов резца установлены понятия: плоскость резания и основная плоскость.

Плоскостью резания называется плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через режущую кромку резца.

Основной плоскостью называется плоскость, параллельная продольной и поперечной подачам. Она совпадает с опорной поверхностью резца.

Части резца и элементы его головки. Резец (рис. 4) состоит из головки, т. е. рабочей части, и тела, служащего для закрепления резца.

Поверхностям и другим элементам головки резца присвоены следующие названия.

Передней поверхностью резца называется та поверхность, по которой сходит стружка.

Задними поверхностями резца называются поверхности, обращенные к обрабатываемой детали, причем одна из них называется *главной*, а другая *вспомогательной*.

Режущими кромками резца называются линии, образованные пересечением передней и задних поверхностей его. Режущая кромка, выполняющая основную работу резания, называется *главной*. Другая режущая кромка резца называется *вспомогательной*.

Из рис. 4 видно, что главной задней поверхностью резца является поверхность, примыкающая к его главной режущей кромке, а вспомогательной — примыкающая к вспомогательной режущей кромке.

Вершиной резца называется место сопряжения главной и вспомогательной кромок. Вершина резца может быть острой, плоскосрезанной или закругленной.

Углы резца. Главными углами резца являются главный задний угол, передний угол, угол заострения и угол резания. Эти углы измеряются в главной секущей плоскости (рис. 5).

Главная секущая плоскость есть плоскость, перпендикулярная к главной режущей кромке и основной плоскости.

Главным задним углом называется угол между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания. Этот угол обозначается греческой буквой α (альфа).

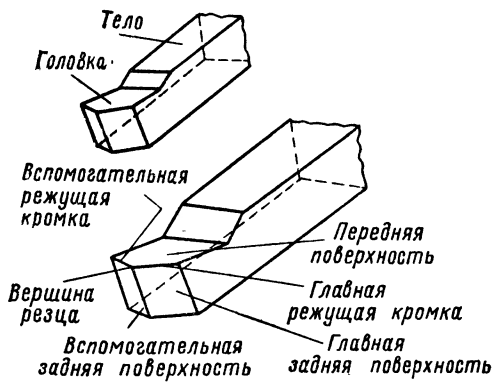


Рис. 4. Части резца и элементы его головки

Углом заострения называется угол между передней и главной задней поверхностями резца. Этот угол обозначается греческой буквой β (бэ́та).

Передним углом называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью, проведенной через главную режущую кромку перпендикулярно к плоскости резания. Этот угол обозначается буквой γ (гамма).

Углом резания называется угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания. Этот угол обозначается греческой буквой δ (дельта).

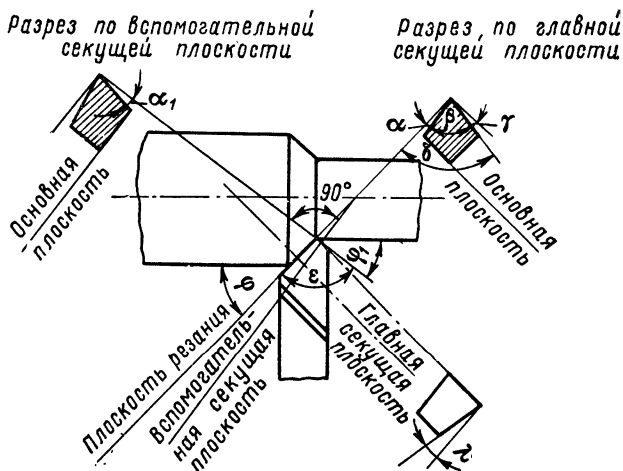


Рис. 5. Углы токарного резца

Кроме перечисленных, различают следующие углы резца: вспомогательный задний угол, главный угол в плане, вспомогательный угол в плане, угол при вершине резца и угол наклона главной режущей кромки.

Вспомогательным задним углом называется угол между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно к основной плоскости. Этот угол измеряется во вспомогательной секущей плоскости, перпендикулярной к вспомогательной режущей кромке, и основной плоскости и обозначается α_1 .

Главным углом в плане называется угол между главной режущей кромкой и направлением подачи. Этот угол обозначается буквой ϕ (фи).

Вспомогательным углом в плане называется угол между вспомогательной режущей кромкой и направлением подачи. Этот угол обозначается ϕ_1 .

Углом при вершине называется угол, образованный пересечением главной и вспомогательной режущих кромок. Этот угол обозначается греческой буквой ϵ (эпсилон).

Упрощенное изображение углов резца, принятое на практике, указано на рис. 6, а и б (линия АА — плоскость резания). На рис. 6, в показаны углы резца в плане.

Главная режущая кромка резца может составлять различные углы наклона с линией, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости (рис. 7).

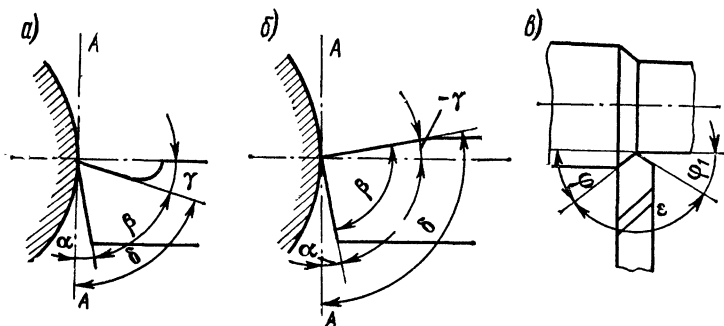


Рис. 6. Упрощенное изображение углов токарного резца

Угол наклона измеряется в плоскости, проходящей через главную режущую кромку перпендикулярно к основной плоскости, и обозначается греческой буквой λ (лямбда). Угол этот считается положительным (рис. 7, а), когда вершина резца является самой низкой точкой режущей кромки; равным нулю (рис. 7, б) — при главной режущей кромке, параллельной основной плоскости, и отрицательным (рис. 7, в) — когда вершина резца является наивысшей точкой режущей кромки.

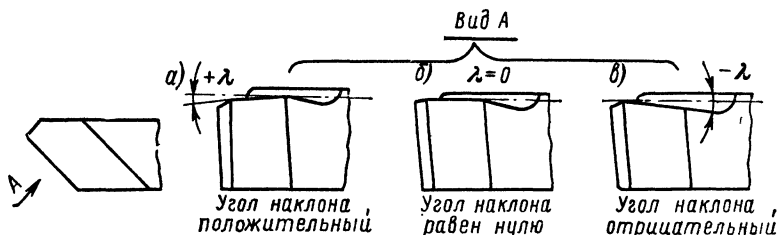


Рис. 7. Углы наклона главной режущей кромки: положительный (а), равный нулю (б) и отрицательный (в)

Значение углов резца и общие соображения при их выборе. Все перечисленные углы имеют важное значение для процесса резания и к выбору величины их следует подходить очень осторожно.

Чем больше передний угол γ резца, тем легче происходит снятие стружки. Но с увеличением этого угла (рис. 6, а) уменьшается угол заострения резца, а поэтому и прочность его.

Передний угол резца может быть вследствие этого сравнительно большим при обработке мягких материалов и, наоборот, должен быть

уменьшен, если обрабатываемый материал тверд. Передний угол может быть и отрицательным (рис. 6, б), что способствует повышению прочности резца.

Из рис. 6, а ясно, что с уменьшением переднего угла резца увеличивается угол резания. Сопоставляя это со сказанным выше о зависимости переднего угла от твердости обрабатываемого материала, можно сказать, что чем тверже обрабатываемый материал, тем больше должен быть угол резания, и наоборот.

Чтобы определить величину угла резания δ , когда известен передний угол резца, достаточно, как это видно из рис. 6, а, вычесть из 90° данную величину переднего угла. Например, если передний угол резца равен 25° , угол резания его составляет $90^\circ - 25^\circ = 65^\circ$; если передний угол составляет -5° , то угол резания будет равен $90^\circ - (-5^\circ) = 95^\circ$.

Задний угол резца α необходим для того, чтобы между задней поверхностью резца и поверхностью резания обрабатываемой детали не было трения. При слишком малом заднем угле это трение получается настолько значительным, что резец сильно нагревается и становится негодным для дальнейшей работы. При слишком большом заднем угле угол заострения оказывается настолько малым, что резец становится непрочным.

Величина угла заострения β определяется сама собой после того, как выбраны задний и передний углы резца. В самом деле, из рис. 6, а очевидно, что для определения угла заострения данного резца достаточно вычесть из 90° сумму заднего и переднего его углов. Так, например, если резец имеет задний угол равным 8° , а передний 25° , то угол заострения его равен $90^\circ - (8^\circ + 25^\circ) = 90^\circ - 33^\circ = 57^\circ$. Это правило следует помнить, так как им иногда приходится пользоваться при измерении углов резца.

Значение главного угла в плане ϕ вытекает из сопоставления рис. 8, а и б, на которых схематически показаны условия работы

резцов при одинаковых подачах s и глубине резания t , но при разных значениях главного угла в плане.

При главном угле в плане, равном 60° , сила P , возникающая в процессе резания, вызывает меньший прогиб обрабатываемой детали, чем аналогичная сила Q при угле в плане 30° . Поэтому резец с углом $\phi = 60^\circ$ более

пригоден для обработки нежестких деталей (относительно небольшого диаметра при большой длине) в сравнении с резцом, имеющим угол $\phi = 30^\circ$. С другой стороны, при угле $\phi = 30^\circ$ длина l_2 режущей

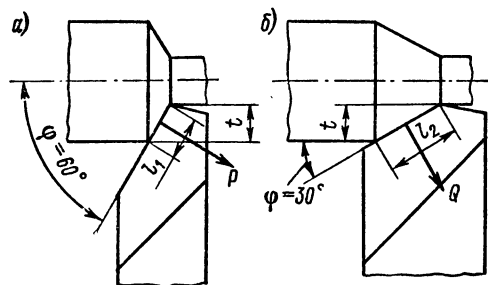


Рис. 8. Влияние главного угла в плане на процесс резания

кромки резца, непосредственно участвующая в его работе, больше соответственной длины l_1 при $\varphi = 60^\circ$. Поэтому резец, изображенный на рис. 8, б, лучше поглощает теплоту, возникающую при образовании стружки и дольше работает от одной заточки до другой¹.

Значение угла наклона λ заключается в том, что выбирая положительное или отрицательное значение его, мы можем направлять отходящую стружку в ту или другую сторону, что в некоторых случаях бывает очень полезно. Если угол наклона главной режущей кромки резца положителен, то завивающаяся стружка отходит вправо (рис. 9, а);

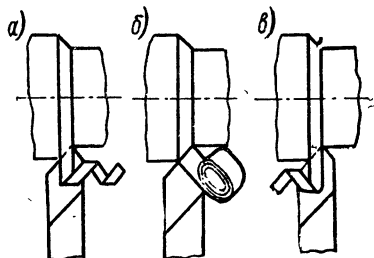


Рис. 9. Направление схода стружки при положительном (а), равном нулю (б) и отрицательном (в) угле наклона главной режущей кромки

при угле наклона, равном нулю, стружка отходит в направлении, перпендикулярном главной режущей кромке (рис. 9 б); при отрицательном угле наклона стружка отходит влево (рис. 9, в).

2. ОСНОВЫ УЧЕНИЯ О РЕЗАНИИ МЕТАЛЛОВ

Образование и виды стружки. Процесс образования стружки впервые исследован (1870 г.) русским ученым проф. И. А. Тиме, наблюдения и выводы которого сохраняют свою силу и в настоящее время. Стружки, образующиеся при резании вязких металлов (сталь, латунь), проф. И. А. Тиме назвал стружками скалывания, а получающиеся при обработке хрупких металлов (чугун, бронза) — стружками надлома.

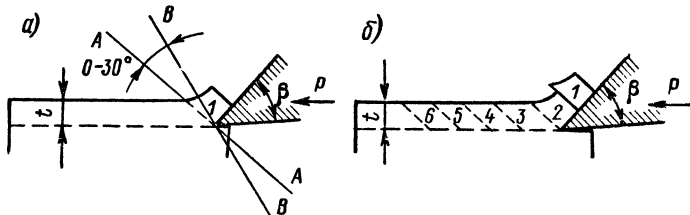


Рис. 10. Образование стружки скалывания

Образование стружки скалывания происходит следующим образом. Резец (рис. 10, а) под действием силы P внедряется в обрабатываемый металл, преодолевая сопротивление его смятию. Это смятие происходит лишь внутри элемента 1 металла, ограниченного плоскостью, называемой плоскостью скалывания

¹ Подробнее об этом см. на стр. 18.

(условно изображена на рис. 10, *а* линией *АА*) и передней поверхностью резца. В некоторый момент движения резца начнется смещение (скалывание) элемента *1* относительно следующего элемента (рис. 10, *б*), происходящее по плоскости *АА*.

При дальнейшем движении резца одновременно с продолжающимся смещением (скалыванием) элемента *1* образуется элемент *2*, перемещающийся относительно элемента *3*, и т. д. По мере продвижения резца все элементы отделяются один от другого, образуя элементную стружку скалывания (рис. 11, *а*). Такая стружка получается при обработке с малой скоростью твердых, но вязких металлов, например твердой стали. С уменьшением твердости металла и увеличением его вязкости элементы стружки образуют более или менее непрерывную ленту (рис. 11, *б, в*), называемую сливной стружкой скалывания. Поверхность стружки, соприкасающаяся с передней поверхностью резца, получается гладкой, а противоположная ей — шероховатой.

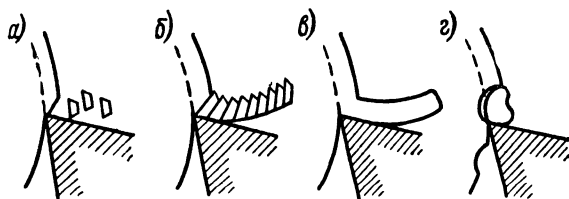


Рис. 11. Виды стружки: скалывания (*а, б, в*) и надлома (*г*)

Русский исследователь Я. Г. Усачев, продолживший работу И. А. Тиме, доказал, что при резании вязких, но твердых материалов, например стали средней твердости и твердой, кроме скалывания элементов стружки, происходит еще и сдвиг частиц металла в каждом элементе по плоскости *ВВ* (рис. 10, *а*), называемой *плоскостью сдвига*. Угол между плоскостями скалывания и сдвига колеблется в пределах $0—30^\circ$. Чем вязче металл, тем больше этот угол, и наоборот.

Я. Г. Усачев установил также, что при резании сравнительно мягкой стали перемещения частиц стружки происходят лишь по плоскостям, параллельным плоскости сдвига.

Образование стружки надлома при резании твердых и хрупких металлов (чугун, бронза) происходит без заметного смятия металла. Элементы стружки, отделяясь от основной массы металла по произвольной поверхности (рис. 11, *г*), имеют различную величину и форму. Поверхности отрыва элементов получаются неровными, вследствие чего и обрабатываемая поверхность получается с большой шероховатостью.

Вид стружки зависит не только от обрабатываемого материала, но и от ряда других условий. Например, при точении стали средней твердости резцом с большим углом резания может образоваться не сливная стружка скалывания, а элементная. При

повышении скорости резания некоторые элементы стружки не успевают настолько деформироваться, чтобы отделиться один от другого, вследствие чего вместо элементной может получиться сливная стружка скалывания.

Нарост и его влияние на процесс резания. При резании вязких металлов на передней поверхности резца у режущей кромки часто обнаруживается кусочек приварившегося металла, называемый *наростом*. Явление нароста, установленное и объясненное Я. Г. Усачевым, состоит в следующем. При скольжении стружки по передней поверхности резца возникают силы трения, задерживающие ее движение. Вследствие этого деформация в слоях металла, расположенных ближе к передней поверхности резца, увеличивается. Частицы металла этих слоев отделяются от непрерывно движущихся верхних слоев стружки и привариваются

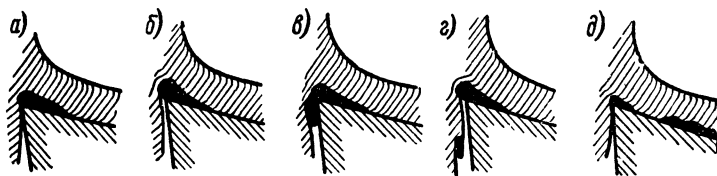


Рис. 12. Образование и срыв нароста

к передней поверхности резца, образуя нарост (рис. 12, а). Большое давление резания способствует упрочнению металла нароста. С течением времени нарост увеличивается (за счет наращивания новых слоев металла), причем образуется часть нароста, свешивающаяся над задней поверхностью резца (рис. 12, б). В некоторый момент эта часть нароста отрывается от основной массы и, попадая между задней поверхностью резца и обработанной поверхностью (рис. 12, в), вдавливается в последнюю (рис. 12, г).

Частицы нароста, оставшиеся на передней поверхности резца, также отрываются от него и уносятся со стружкой (рис. 12, д). Такие срывы нароста происходят быстро один за другим (70—80 срывов в секунду), что объясняется, по-видимому, вибрациями, возникающими в процессе резания.

При низких скоростях (3—5 м/мин) нарост не образуется. При более высоких скоростях резания (до 60—80 м/мин) стали средней твердости происходит более или менее заметное образование нароста. При скорости свыше 60—80 м/мин нарост наблюдается реже, а при еще более высоких скоростях он совсем не образуется.

Нарост обладает повышенной твердостью и поэтому может внедряться в обрабатываемый материал, защищая режущую кромку от непосредственного воздействия стружки. В этом случае соприкосновение стружки с резцом происходит на площадке передней поверхности, удаленной от режущей кромки. Это улучшает условия работы резца при обдирочной работе.

При чистовых работах нарост вреден. Сорвавшиеся и вдавленные в обработанную поверхность частицы нароста образуют неровности, недопустимые при чистовой обработке деталей.

При резании чугуна и других хрупких металлов нарост не образуется.

Силы, действующие на резец. В результате сопротивления срезаемого слоя металла деформации сжатия, трения стружки о переднюю поверхность резца и некоторых других причин возникает сила резания. Направление ее и величина зависят от многих факторов и непосредственно не могут быть определены.

При изучении работы токарного резца (рис. 13) эту силу разлагают на три составляющие: собственно силу резания P_z , силу подачи P_x и радиальную силу P_y .

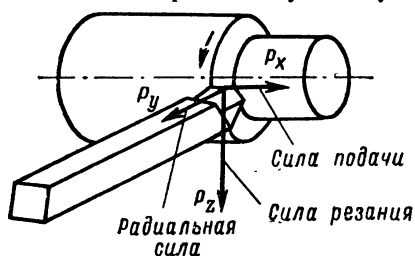


Рис. 13. Силы резания при точении

Сила резания P_z , касательная к поверхности резания, действует в направлении главного движения. Сила P_x действует в направлении подачи. Радиальная сила P_y перпендикулярна к подаче. Единицей измерения всех трех сил является килограмм-сила (кгс). В единой Международной системе единиц (СИ), внедряемой у нас в стране, за единицу измерения силы принят ньютон (Н)¹.

Если силу P_z принять за единицу, можно считать, что сила P_x при достаточно остром резце изменяется в пределах от $1/8$ до $1/4$ величины силы P_z , а сила P_y — от $1/4$ до $1/2$ величины той же силы.

Зависимость силы резания от условий работы резца. На величину силы резания влияют обрабатываемый материал, площадь среза и его форма, углы резца, скорость резания и ряд других менее существенных факторов.

Влияние на силу резания обрабатываемого материала видно из следующих сопоставлений. Силы резания при обработке стали средней твердости примерно в 2,2 раза больше, чем при резании чугуна средней твердости. Сила резания при обработке самой мягкой стали значительно меньше силы резания при обработке самой твердой стали. При обработке чугуна различных твердостей эта разница не так велика.

Сила резания возрастает с увеличением площади среза. Если при этом увеличение площади среза получается за счет увеличения глубины резания, сила P_z возрастает пропорционально глубине резания. При увеличении подачи сила P_z также возрастает, но медленнее. Так, например, если увеличить глубину резания вдвое, сохранив ту же подачу, сила резания увеличится также вдвое. Но если, не изменяя глубины резания, увеличить в два раза подачу, сила

¹ 1 кгс = 9,80665Н (~ 9,81Н).

резания возрастет не в два раза, а несколько меньше. Это объясняется тем, что при сравнительно большой подаче не происходит столь значительной деформации металла, как это имеет место при малой подаче.

Сила резания получается различной при одинаковых площадях среза, но разных их формах. Она меньше при больших значениях толщины среза, чем при меньших. Например, сила резания при глубине 4 мм и подаче 2 мм/об несколько меньше, чем при глубине резания 8 мм и подаче 1 мм/об, несмотря на то, что площадь среза в обоих случаях одинакова и равна 8 мм². Это объясняется также разной степенью деформации металла в срезаемом слое.

С уменьшением переднего угла резца, т. е. с увеличением угла резания, сила резания возрастает, так как при этом увеличивается угол клина, которым является резец.

При увеличении главного угла в плане примерно до 50—55° сила резания уменьшается. С дальнейшим увеличением этого угла сила резания возрастает. Изменение величины силы резания, вызываемое изменением главного угла в плане, незначительно.

При увеличении радиуса закругления вершины резца сила резания возрастает, но также незначительно. Затупление резца вызывает увеличение силы резания.

На величину силы резания влияет также введение в зону резания смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). Маслянистые вещества, содержащиеся в охлаждающей жидкости, проникая в микроскопические трещины деформируемого резцом металла, уменьшают силы трения, появляющиеся в зоне образования стружки. Благодаря этому сопротивление резанию уменьшается. Чем больше в смазочно-охлаждающей жидкости содержится смазочных веществ, тем существеннее ее влияние на силу резания.

Определение силы резания и ее практическое значение. Величина силы резания определяется непосредственным измерением ее с помощью особых приборов (динамометров) или теоретическим расчетом. В последнем случае возникает ряд затруднений, обусловливаемых большим количеством факторов, влияющих на силу резания. Поэтому определение ее величины производится по упрощенным формулам. Получающаяся при этом погрешность в величине силы резания в большинстве случаев не имеет практического значения.

Использование для определения силы резания даже упрощенных формул в производственных условиях связано с некоторыми затруднениями. Поэтому сила резания обычно указывается во всех справочниках по режимам резания, к которым и следует обращаться, если окажется необходимым определить силу резания.

Сила резания имеет важное значение, так как при умножении ее на радиус обрабатываемой детали мы получаем крутящий момент — величину, показывающую, насколько при данных условиях работы нагружен станок и не опасна ли эта нагрузка для наиболее слабых звеньев станка. При умножении силы резания

на скорость резания находим мощность, потребную на резание в кВт. Сопоставляя эту мощность с действительной мощностью станка, можно судить о том, насколько рационально станок используется.

Необходимо отметить, что эти вопросы в производственных условиях возникают сравнительно редко. Соответствующие данные можно найти в специальной литературе.

Износ и стойкость резца. Происходящее относительное перемещение частиц металла сопровождается их трением одна о другую, вследствие чего образуется значительное количество теплоты.

Теплота образуется и вследствие трения стружки о переднюю поверхность резца, причем тем в большем количестве, чем выше скорость резания и чем больше сила резания. При трении задней поверхности резца о поверхность резания также образуется теплота.

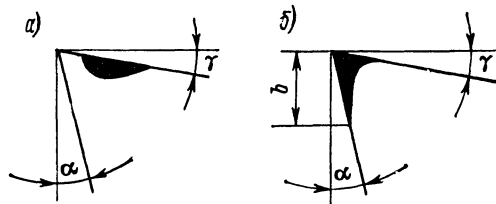


Рис. 14. Износ по передней (а) и задней (б) поверхностям резца

Теплота резания распределяется между стружкой, резцом и обрабатываемой деталью; лишь очень небольшая часть ее поступает в окружающий воздух. Примерно 70—90% всей теплоты резания об-

разуется в стружке. Именно поэтому при работе быстрорежущими резцами струю охлаждающей жидкости, применяемой при резании, следует направлять на стружку.

Теплота резания, поступающая в резец, нагревает его, что вызывает, в свою очередь, понижение его твердости и сопротивляемости износу.

При обработке стали с большой площадью среза быстрорежущим резцом с самого начала резания на передней поверхности резца образуется лунка, показанная на рис. 14, а в увеличенном виде. По мере дальнейшей работы резца ширина лунки увеличивается. Одновременно с этим на задней поверхности резца, трущейся о поверхность резания заготовки, образуется ленточка износа, изображенная на рис. 14, б также в увеличенном виде. В дальнейшем по мере увеличения лунки и ленточки происходит их соединение, обуславливающее затупление режущей кромки резца.

При обработке чугуна главное значение имеет износ по задней поверхности. Заметных следов износа на передней поверхности резца, а тем более образования лунки обычно не наблюдается. Это объясняется тем, что получающаяся при резании чугуна стружка надлома не скользит по передней поверхности резца.

У твердосплавных резцов преобладает износ по задней поверхности.

По мере износа резца по задней поверхности изменяется размер обрабатываемой детали и увеличивается шероховатость ее поверхности. Кроме того, на переточку чрезмерно затупленного резца затрачивается много времени. Поэтому резец следует перетачивать раньше, чем его износ по задней поверхности (ширина b ленточки, рис. 14, б) достигнет допустимой величины.

Средние значения допустимой величины износа проходных резцов из быстрорежущей стали и из твердых сплавов указаны в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Допустимые величины износа проходных резцов

Быстрорежущие резцы		Твердосплавные резцы	
Обрабатываемый материал	Допустимый износ по задней поверхности в мм	Обрабатываемый материал	Допустимый износ по задней поверхности в мм
Сталь	1,0—2,0	Сталь	0,5—1,5
Чугун	2,0—4,0	Чугун	0,5—1,0

Критерием затупления резца может служить и ширина появляющейся на обрабатываемой детали (вследствие затупления резца) блестящей полоски¹.

Предельно допустимое затупление резца характеризуется временем его работы и определяется стойкостью резца.

Стойкостью резца называется период времени, в течение которого износ резца по задней поверхности достигает установленной величины. Стойкость резца выражается в минутах (мин).

Стойкость резца должна быть различной для разных случаев работы. Она определяется заданным режимом резания — скоростью резания (числом оборотов), подачей и глубиной резания при прочих равных условиях (материал резца, обрабатываемый материал и др.). Чем меньше стойкость резца, тем чаще производится его переточка, вследствие чего резец сравнительно быстро становится негодным для дальнейшего использования. С другой стороны, увеличение стойкости резца, которого можно достигнуть лишь понижением скорости резания, подачи или глубины резания, вызывает уменьшение производительности станка.

Поэтому назначение стойкости резца является сложным вопросом и осуществляется с учетом многих условий. Так, например, чем сложнее форма резца, т. е. чем выше стоимость его изготовления, тем больше должна быть и его стойкость. Очевидно также, что стойкость резцов, используемых при работе на настроенном станке, когда замена каждого затупившегося резца отнимает много

¹ На станках современных моделей 1К62, 16К20 и др. критерием затупления может служить также показание встроенного в электрический щит амперметра, включенного в цепь якоря мотора. Увеличение износа резца вызывает повышение расхода мощности станка, что отражается на циферблате амперметра.

времени, должна быть выше, чем при работе пробными проходами (без настройки). Если заточка резцов в данных условиях централизована и снабжение ими рабочих организовано хорошо, можно назначать меньшую стойкость резца по сравнению с той, которую должны иметь резцы, используемые при плохо организованной заточке.

Отметим, что таблицы скоростей резания при различных условиях токарной обработки, приводимые в справочниках и в этой книге, составлены в большинстве случаев исходя из стойкости резца 60 мин. Скорости резания, соответствующие другим периодам стойкости, находятся по тем же таблицам путем умножения табличных значений скоростей резания на поправочные коэффициенты.

Зависимость скорости резания от различных условий работы резца. Величина скорости резания, допускаемая резцом, зависит от принятой стойкости его, материала обрабатываемой детали, материала резца, его углов, формы и размеров, подачи, глубины резания, охлаждения и других факторов.

При уменьшении стойкости скорость резания, допустимая резцом, повышается, но немного. Например, если при стойкости быстрорежущего резца, равной 90 мин, возможна скорость резания 15 м/мин, то при тех же прочих условиях работы резца, но при стойкости 20 мин допустима скорость резания 18 м/мин. Более наглядно, однако, обратная зависимость, т. е. стойкости от скорости резания. Стойкость резца при увеличении скорости резания быстро уменьшается. Так, например, если какой-либо быстрорежущий резец, работающий при скорости резания 15 м/мин, затупляется через 90 мин после начала резания, то тот же резец при той же глубине резания и подаче, но при скорости резания 18 м/мин затупится через 20 мин.

Очень большое влияние на скорость резания оказывают механические свойства обрабатываемого металла. Чем тверже этот металл, тем больше должна быть сила, отделяющая от него стружку, тем больше сила трения ее о переднюю поверхность резца, тем больше теплота, поступающая в резец и ускоряющая его износ.

Стружка, образующаяся при обработке твердых сталей, давит на небольшой участок передней поверхности резца (см. рис. 11, б), вследствие чего теплота резания поступает главным образом в часть головки резца, близкую к его режущей кромке. Стружка, получающаяся при точении мягких и вязких металлов, опирается (см. рис. 11, в) на сравнительно большой участок передней поверхности резца, что обеспечивает хорошее поглощение теплоты резания частью головки резца, удаленной от режущей кромки.

Поэтому, в частности, скорость резания при обработке сравнительно мягкой стали может быть выше, чем при твердой.

Стружка надлома, образующаяся при обработке хрупких металлов, давит (см. рис. 11, г) на переднюю поверхность резца у самой режущей кромки. В данном случае резец больше изнаши-

вается от истирающего действия стружки, чем от действия теплоты резания. Это относится особенно к обработке корки чугуновых деталей, т. е. поверхностного слоя отливки, в котором всегда имеются частицы песка, истирающие переднюю поверхность резца и затрудняющие отвод тепла.

Главнейшим свойством материала резца¹, влияющим на скорость резания, является его «теплостойкость», т. е. способность сохранять необходимую твердость при нагреве теплотой резания.

Углы и другие элементы резца влияют на скорость резания следующим образом. При сравнительно небольшом угле резания стружка давит на переднюю поверхность резца с меньшей силой, чем при большем угле. Это способствует понижению выделяющейся теплоты и обеспечивает возможность повышения скорости резания. Но одновременно с уменьшением угла резания уменьшается и угол заострения резца, что приводит к понижению теплоотводящей способности резца и его прочности.

С уменьшением главного угла в плане скорость резания, допускаемая резцом, увеличивается. Это объясняется тем, что одновременно с уменьшением главного угла в плане (при тех же глубине резания и подаче) увеличивается ширина среза, что обуславливает увеличение длины работающего участка режущей кромки резца и улучшает поглощение им теплоты резания. Однако с уменьшением главного угла в плане возрастает радиальная сила резания, что может вызвать вибрации, ускоряющие разрушение режущей кромки резца.

Увеличение радиуса закругления вершины резца способствует увеличению скорости резания, так как повышает теплоотводящую способность резца. Увеличение поперечного сечения резца способствует повышению допустимой им скорости резания, так как при этом возрастает способность резца поглощать теплоту резания.

Изменение толщины и ширины среза при неизменном его сечении по-разному влияет на скорость резания. При увеличении толщины среза и соответственном уменьшении его ширины, т. е. и длины работающего участка режущей кромки, ухудшаются условия поглощения теплоты резания резцом, его стойкость понижается. Наоборот, при увеличении ширины среза в резании участвует более длинный участок режущей кромки резца, что повышает его стойкость. Из сказанного вытекает, что для повышения скорости резания выгодно работать с тонкими и широкими стружками. Это может быть достигнуто без изменения площади среза уменьшением подачи и соответствующим увеличением глубины резания или уменьшением главного угла в плане. Применение первого способа ограничивается припуском на обработку, а второго — вибрациями, возникающими вследствие увеличения радиальной силы резания.

Правильное применение смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) дает возможность повысить скорость резания. Если жидкость

¹ Более подробная характеристика всех этих материалов приводится ниже (стр. 22).

поступает к месту образования стружки непрерывной струей в количестве 10—15 л/мин, то при обработке быстрорежущим резцом стали скорость резания может быть повышена в среднем на 20—25%, а при обработке чугуна — на 10—15%. Меньшее повышение скорости резания при обработке чугуна объясняется тем, что в данном случае основной причиной износа резца является его истирание, а не теплота резания.

3. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТОКАРНЫХ РЕЗЦАХ

Основные типы токарных резцов. Большое разнообразие работ, выполняемых на токарных станках, обуславливает необходимость применения разнообразных токарных резцов. Основными и наиболее употребляемыми из них являются проходные, чистовые, подрезные, отрезные и расточные¹.

Проходные или обдирочные резцы (рис. 15, а и в) используются для предварительной обточки и подрезания деталей, во время которых снимается наибольшая часть припуска. Поэтому проходные резцы имеют такую форму, при которой обеспечивается наибольшая производительность станка. Шероховатость обработанной поверхности, а также соблюдение точных размеров детали при этом имеют второстепенное значение.

Чистовые резцы (рис. 15, б) применяются для окончательной отделки деталей. Припуски, которые снимаются в данном случае, обычно невелики. Основное требование, предъявляемое к чистовому резцу, — это обеспечение требуемой чистоты обработанной поверхности (малой ее шероховатости).

Подрезные резцы используются для обработки торцовых поверхностей. Для этих целей используются также проходные отогнутые резцы (рис. 15, в).

Отрезные резцы (рис. 15, г) служат для отрезания от прутков требующихся кусков материала. При отрезании необходимо обеспечить возможно меньшую потерю материала, поэтому отрезные резцы делают узкими (с малой протяженностью длины режущей кромки), вследствие чего они получаются непрочными, часто ломаются и работа с ними требует большой осторожности и умения.

Расточные резцы (рис. 15, д) применяются для растачивания различных отверстий, выемок, и т. д. Размеры расточного резца (поперечное сечение и длину стержня) выбирают в соответствии с размерами обрабатываемого отверстия.

Кроме перечисленных, при токарной обработке используются прорезные, фасонные, резьбовые и некоторые другие резцы более или менее специального назначения.

Материалы токарных резцов. Основное требование, предъявляемое к материалу рабочей части резца, — это твердость, которая

¹ Подробнее конструкции резцов рассматриваются во второй части книги.

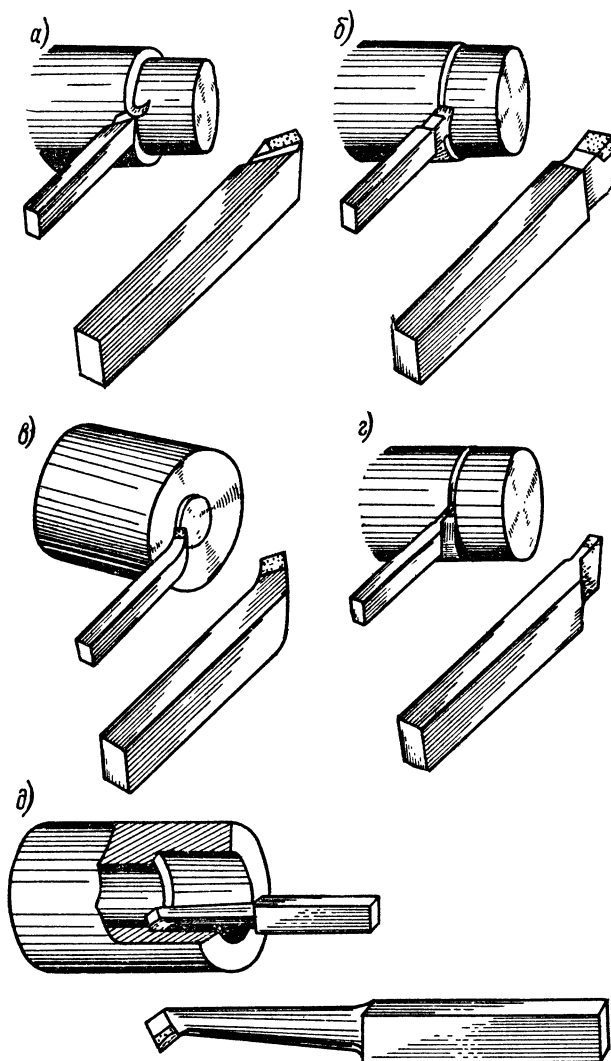


Рис. 15. Основные типы токарных резцов: проходной прямой (а), чистовой (б), проходной отогнутый (в), отрезной (г), расточный (д)

должна быть больше твердости любого материала, обрабатываемого данным резцом. Твердость не должна заметно уменьшаться от теплоты резания. Одновременно с этим материал резца должен быть достаточно вязким (не хрупким); режущая кромка резца не должна выкрашиваться во время работы. Материал резца должен хорошо сопротивляться истиранию, которое происходит от трения стружки о переднюю поверхность резца, а также от трения задней поверхности резца о поверхность резания.

Этим требованиям в различной степени удовлетворяют инструментальные материалы — металлокерамические твердые сплавы, минералокерамика, быстрорежущие, легированные и углеродистые стали разных марок. Для некоторых работ в последние годы стали применять алмазы.

Наиболее современными и распространенными материалами для токарных резцов являются металлокерамические твердые сплавы, сохраняющие свои режущие свойства при нагревании в процессе работы до температуры 800—900° С. Эти сплавы состоят из тончайших зерен карбидов¹ тугоплавких металлов — вольфрама, титана и тантала, сцементированных кобальтом. Металлокерамические твердые сплавы разделяются на три группы: вольфрамовые (ВК), титано-вольфрамовые (ТК) и титано-тантало-вольфрамовые (ТТК).

Вольфрамовые твердые сплавы предназначены для обработки чугуна, цветных металлов и их сплавов и неметаллических материалов. Для изготовления токарных резцов используются вольфрамовые твердые сплавы марок ВК2, ВК3М, ВК4, ВК6, ВК6М, ВК8, ВК8В. Буква В в каждой из этих марок означает карбид вольфрама, буква К — кобальт; цифра, стоящая в марке после буквы К — указывает количество (в процентах) содержащегося в данном сплаве кобальта. Остальное — карбид вольфрама. Таким образом, например, в сплаве марки ВК2 содержится 2% кобальта и 98% карбида вольфрама.

Буква М, приведенная в конце некоторых марок, означает, что данный сплав мелкозернистый (величина зерен 0,5—1,5 мкм). Буква В приписывается к марке сплава, если он крупнозернистый (величина зерен 3—5 мкм). Мелкозернистость сплава сообщает ему износостойкость, большую износостойкости нормального сплава данной марки при меньшей прочности и сопротивляемости ударам, вибрациям и выкрашиванию. Крупнозернистость сплава, наоборот, повышает его прочность и сопротивляемость ударам, вибрациям и выкрашиванию и понижает износостойкость сплава.

Титано-вольфрамовые твердые сплавы применяются для обработки всех видов сталей. При токарной обработке используются сплавы марок Т5К10, Т5К12В, Т14К8, Т15К6, Т30К4. В каждой из этих марок буква Т и поставленная за ней цифра указывают количество (в процентах) содержащегося в данном сплаве карбида

¹ Карбидом какого-либо металла называется его устойчивое химическое соединение с углеродом.

титана, а цифра после буквы К — содержание (в процентах) кобальта. Остальное в данном сплаве карбид вольфрама. Таким образом, например, в сплаве марки Т5К10 содержится 5% карбида титана, 10% кобальта и 85% карбида вольфрама.

Титано-тантало-вольфрамовые сплавы используются в особо-тяжелых случаях, например для обработки по корке стальных отливок и поковок, жаропрочных и других труднообрабатываемых сталей и т. п. Применяются сплавы марок ТТ7К12 и ТТ10К8Б, содержащие соответственно 7 и 10% карбидов титана и тантала, 12 и 8% кобальта, остальное — карбид вольфрама.

Металлокерамические сплавы выпускаются в виде пластинок различных форм и размеров.

При определенных условиях в качестве инструментального материала находит применение минералокерамический материал марки ЦМ-332, основной частью которого является окись алюминия. В состав этого материала не входят относительно редкие элементы: вольфрам, титан, кобальт и др. Теплостойкость резцов, оснащенных минералокерамикой, очень высокая и достигает 1200° С и более. В этом главное преимущество минералокерамических материалов в сравнении с твердыми сплавами, основными составляющими которых являются редкие и дорогие элементы и теплостойкость которых ниже. Недостатком минералокерамического сплава является его относительно небольшая и нестабильная прочность на изгиб (хрупкость). Поэтому он применяется при получистовой и чистовой обработке чугуна, стали и цветных сплавов. Выпускается он также в виде пластинок.

В последнее время появились новые инструментальные материалы, называемые керметами. Основой этих материалов является также минералокерамика, но для повышения прочности в нее вводят молибден, вольфрам или другие металлы.

Для изготовления токарных резцов широко используются так называемые быстрорежущие стали. Они содержат в качестве легирующих¹ элементов вольфрам и хром, что обеспечивает большое сопротивление резцов износу и сохранение твердости и режущих свойств при многократном нагреве до температуры 620—640° С (свойство самозакаливаемости).

Быстрорежущие стали нормальной производительности изготавливаются марок Р18, Р12 и Р9. Они содержат вольфрам (соответственно 17,5—19,0; 12,0—13,0; 8,5—10,0%), хром (3,1—4,4%), ванадий (1,0—2,6%), молибден (0,3—0,4%), углерод (0,7—0,95%) и некоторые другие элементы. Углерод, соединяясь с легирующими элементами, повышает твердость стали.

Быстрорежущие стали повышенной производительности изготавливаются марок Р18Ф2, Р14Ф4, Р9Ф5, Р9К5, Р18К5Ф2, Р10К5Ф5, Р6М3 и некоторых других. Буква Р в этих марках обозначает вольфрам, буква Ф — ванадий, буква К — кобальт, буква М — молибден

¹ Легирующие элементы изменяют физико-механические свойства стали.

(если содержание его более 0,5%). Цифры, стоящие после букв, определяют содержание в данной стали этих элементов в процентах. Кроме характеризующих данные марки стали элементов, указанных в их обозначениях, эти стали содержат также углерод, хром и некоторые другие составляющие.

Значительно реже для резцов и других инструментов, применяемых при токарной обработке, используются углеродистые и легированные инструментальные стали.

Из углеродистых сталей применяются стали марок У12А и У10А. В этих марках буква У условно обозначает, что сталь углеродистая; следующие за ней цифры указывают среднее содержание углерода в десятых долях процента, а буква А также условно указывает, что сталь высококачественная. Таким образом, маркой У12А обозначается высококачественная углеродистая сталь со средним содержанием углерода 1,2%.

Кроме углерода, в этих сталях в весьма малом количестве содержатся марганец, кремний, хром, никель, сера и фосфор.

Углеродистые стали теряют свои режущие свойства при температуре нагрева до 200—250° С и могут применяться только при низких скоростях резания и для легко обрабатываемых материалов.

Легированные инструментальные стали, содержащие в основном те же элементы, что и быстрорежущие стали, но в значительно меньших количествах, несколько улучшают некоторые свойства стали, но обладают также низкой теплостойкостью (не выше 300—350° С).

Определить материал резца при отсутствии на нем маркировки можно «по искре».

При затачивании резца из быстрорежущей стали образуется небольшое количество искр красного цвета, похожих на звездочки. Чем больше в стали вольфрама, тем темнее искры и тем их меньше.

При затачивании резца из углеродистой стали образуется много желтых искр в виде прямых линий.

Кроме перечисленных выше материалов, в последние годы для токарных резцов стали применять в некоторых условиях высокопроизводительные, обладающие очень большой стойкостью материалы — алмазы и эльбор. Алмазы применяют как естественные, так и искусственные (синтетические), допускающие температуру в зоне резания до 800° С. Эльбор — синтетический высокотвердый инструментальный материал, впервые полученный в лабораториях института физики высоких давлений Академии наук СССР. Он представляет собой нитрид бора (соединение бора с азотом). Высокие физико-механические свойства этого соединения позволяют обрабатывать резцами, оснащенными им, самые твердые материалы — закаленную сталь, металлокерамику и др. При этом температура в зоне резания может достигать 1400—1500° С без потери резцом его режущих свойств.

Конструкции токарных резцов. Цельные резцы, головка и тело которых состоят из одного материала, применяются очень редко.

Резцы такой конструкции встречаются только из углеродистой инструментальной стали, стоимость которой сравнительно невелика, а также из быстрорежущих сталей для небольших резцов, используемых главным образом в державках.

Напайные и наварные резцы (резцы с напаянными или приваренными пластинками из быстрорежущей стали или из твердого сплава) имеют широкое распространение. Стержень такого резца, обычно нормального сечения, изготавливается из обыкновенной углеродистой стали марок Ст. 6 и Ст. 7 либо из качественной углеродистой стали марки 45 или 50. Стержни резцов, работающих в особо тяжелых условиях, прочность которых нельзя усилить увеличением сечения, изготавливаются из углеродистой инструментальной стали марок У7 и У8 или из легированной стали марки 40Х.

Несмотря на высокое качество современных способов напайки пластинок твердого сплава, изготовление таких резцов сопровождается иногда образованием трещин и в дальнейшем разрушением пластинки. Поэтому в последнее время стремятся заменить напайку или приварку пластинок (особенно минералокерамических) механическим креплением их.

Пластинка 1 в этом случае (рис. 16) закрепляется в стержне 4 резца посредством прижима 3 и болта 2. Один конец прижима опирается на пластинку, а другой — на рифленую поверхность (шаг рифлей — 1,5 мм). При износе пластинки на 1,5 мм прижим можно сдвинуть вперед (для этого отверстие для болта, закрепляющего прижим, сделано продолговатым). Пластинка в рабочем положении правой кромкой упирается в заплечик, имеющийся с нижней стороны прижима.

При замене затупившейся пластинки новой снимать резец со станка нет надобности. Недостаток такого способа закрепления пластинок состоит в том, что они используются примерно лишь наполовину. Кроме того, быстро изнашиваются болт, прижимы и другие детали, посредством которых осуществляется крепление пластинки.

В последние годы применительно к механическому креплению стали выпускаться многогранные неперетачиваемые пластинки (подробнее о них см. на стр. 270).

В случае, когда длина режущей кромки резца, например расточного, может иметь небольшую протяженность, он изготавливается коротким и небольшого сечения. Для закрепления таких резцов используются державки различных конструкций. Державки применяются также для закрепления фасонных и резьбовых резцов. Наиболее употребительные конструкции подобных державок рассматриваются в соответствующих главах.

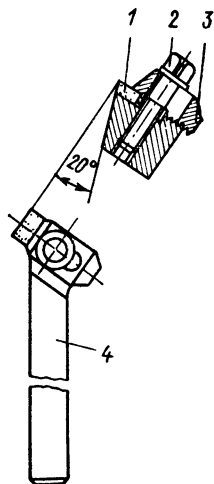


Рис. 16. Резец с механическим креплением твердосплавных пластинок

Изготовление твердосплавных резцов. Изготовление резцов производится в инструментальном цехе специальными рабочими и начинается с подготовки припаяваемой пластинки, у которой должно быть устранено (шлифованием) коробление опорной плоскости, если таковое имеется. Эта плоскость и боковые стороны пластинки, соприкасающиеся со стержнем резца, должны быть тщательно очищены от окалины и случайных загрязнений.

Стержни резцов, изготовленные кузнечным способом из углеродистой стали, должны быть подвергнуты отжигу при температуре $800-850^{\circ}\text{C}$, а стержни, изготовленные из сталей марок 40X и 45X,—при температуре $840-870^{\circ}\text{C}$. Опорная поверхность стержня должна быть обработана. Гнездо в нем под пластинку должно быть обработано так, чтобы пластинка ложилась на стержень резца без качки. Угол γ_n вреза пластинки (рис. 17), измеренный в главной секущей плоскости, следует делать равным переднему углу резца или немного больше этого угла.

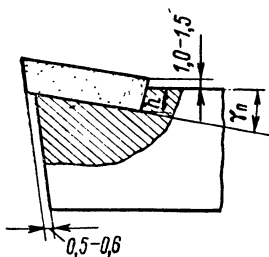


Рис. 17. Положение пластинки в стержне резца до заточки

Для уменьшения стачивания пластинки при первой заточке резца гнездо в стержне должно быть таким, чтобы пластинка выступала над державкой на 0,5—0,6 мм. Для более удобного затачивания резца по передней поверхности верхняя плоскость пластинки должна быть выше тела стержня на 1,0—1,5 мм. Глубина h не должна превышать $1/3$ высоты стержня резца.

В качестве припоя может быть использована электролитическая медь (температура плавления 1080°C) или медно-никелевый припой (температура плавления 1220°C) следующего состава: 70% меди, 30% никеля. Существуют и другие припои, составы которых приведены в книгах по инструментальному делу.

Для предохранения поверхности гнезда и пластинки от окисления, для удаления окислов, а также для лучшего смачивания поверхностей во время пайки применяется флюс, в качестве которого обычно используется бура, предварительно расплавленная, истолченная и просеянная через мелкое сито.

Нагревание стержня резца и пластинки в процессе пайки лучше всего производить посредством токов высокой частоты в индукторе (рис. 18, а), внутренние размеры которого должны быть на 20—30 мм больше размеров стержня резца. После того как резец нагреется до температуры плавления флюса (при использовании буры при-

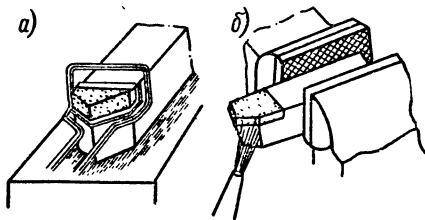


Рис. 18. Нагрев резца под напайку пластинки

мерно до $750-800^{\circ}\text{C}$), его посыпают флюсом, и, вынув резец из индуктора, металлической щеткой очищают гнездо от шлака. Затем гнездо вновь посыпают флюсом, укладывают на него пластинку, сверху кладут припой и вновь посыпают флюсом так, чтобы он сплошным слоем покрыл припой и пластинку. После этого нагревают резец до температуры около 1200°C и как только припой расплавится — резец быстро вынимают из индуктора и остроко-нечным стержнем прижимают пластинку к поверхности гнезда. Для медленного охлаждения напаянный резец помещают на 2—3 ч в ящик с размолотым дре-весным углем или сухим песком.

При отсутствии высо-кочастотной установки для нагревания напаяемого резца может быть исполь-зована муфельная печь или в крайнем случае пламен-ная ацетилено-кислород-ная горелка. Работа в этом случае должна поручаться опытному сварщику. Пла-мя горелки должно быть восстановительным (с избытком ацетилена) и на-правлено на стержень (рис. 18, б), а не на пла-стинку.

Заточка и доводка твер-досплавных резцов должны производиться на алмазных кругах. Наиболее качественная заточка и доводка твердосплавных резцов достигается при использовании кругов из естественного (обозначается буквой А) или искусственного (обозначается буквами АС) алмаза. Дело в том, что высокая режущая способность алмаза позволяет производить заточку, прижимая резец к кругу с меньшей силой, чем это требуется при использо-вании кругов из других материалов. Благодаря этому температура нагрева резца в процессе заточки на алмазном круге в четыре-пять раз ниже, чем при других кругах. Это исключает образование трещин на пластинке в процессе заточки. Трещины иногда бывают незаметны на глаз, но хорошо видны в лупу. Чувствительность к образованию трещин при заточке особенно велика у резцов с мало-кобальтовыми и высокотитановыми твердыми сплавами (ВК2, ВКЗМ и ТЗ0К4 и т. д.). Для уменьшения трудоемкости и экономии заточного и доводочного кругов рекомендуется при заточке резцов принимать для главной и вспомогательной задних поверхностей — тройной, а для передней поверхности — двойной угол заточки (рис. 19).

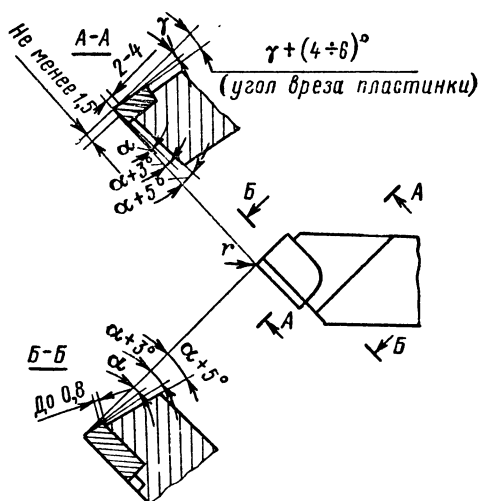


Рис. 19. Углы заточки и доводки резцов алмазными кругами

Для заточки твердосплавных резцов рекомендуются алмазные круги марок А12, А10, А8 и А6 (где 12, 10 и т. д. — зернистость круга; например, зернистость 12 указывает, что наименьший размер зерна данного круга 0,12 мм) с концентрацией¹ 100% и металлической связкой (обозначается буквой М). Можно использовать в этом случае круги марки АС, т. е. из искусственного алмаза. При выборе зернистости следует учитывать припуск на заточку: чем больше припуск, тем крупнее должно быть зерно. С увеличением размера зерна уменьшается расход алмаза, резко возрастает производительность, но ухудшается чистота обработанной поверхности. Размеры круга выбираются с учетом имеющегося оборудования (следует учитывать, что наиболее производительными являются круги наибольших размеров).

Скорость вращения круга должна быть 30—35 м/с, продольная подача 0,5—1,0 м/мин, поперечная подача 0,02—0,03 мм на один двойной ход. Заточку следует производить с охлаждением 1—2 л/мин, резко снижающим силы резания, шероховатость обработанной поверхности, увеличивающим производительность заточки и значительно уменьшающим расход алмазных кругов.

В качестве охлаждающей жидкости рекомендуется эмульсия следующего состава (в процентах):

Тринатрийфосфат	0,60
Вазелиновое масло	0,05
Бура	0,30
Кальцинированная сода	0,25
Нитрат натрия	0,10
Вода	98,70

Правку алмазных кругов рекомендуется производить абразивным кругом или брусками из зеленого карбида кремния зернистостью 25—16, твердостью СМ1—СМ2 на керамической связке, с охлаждением. Для очистки поверхности алмазного круга от стружки следует применять пемзу.

Станки и приспособления, используемые для алмазной заточки твердосплавных резцов, должны быть жесткими. Биение кругов не должно превышать 0,01 мм. Форма круга — плоский с выточкой (ПВ) или цилиндрический чашечный (ЧЦ). При выполнении приведенных выше рекомендаций шероховатость обработанной поверхности резца получается 8—10-го класса.

Ниже приводится порядок обработки алмазным кругом поверхностей твердосплавного резца:

1) заточка главной задней поверхности стержня под угол $\alpha + 5^\circ$;

¹ Концентрация круга характеризует количество алмаза в данном круге. Условно за 100-процентную концентрацию принято считать содержание в каждом кубическом миллиметре круга 0,00439 карата (1 карат весит 0,2 г). Чем выше концентрация, тем лучше режущая способность круга и больше расход алмаза.

2) заточка вспомогательной задней поверхности стержня под угол $\alpha_1 + 5^\circ$;

3) заточка передней поверхности пластинки твердого сплава под угол γ ;

4) заточка главной задней поверхности пластинки твердого сплава под угол $\alpha + 3^\circ$;

5) заточка вспомогательной задней поверхности пластинки твердого сплава под угол $\alpha_1 + 3^\circ$;

6) закругление вершины резца.

Стержень резца следует обрабатывать электрокорундовыми кругами. Несоблюдение этого правила приводит к засаливанию круга, а иногда к образованию трещин на пластинке твердого сплава. Давление резца на круг должно быть незначительным во избежание появления трещин и увеличения износа круга. Направление вращения круга должно быть сверху вниз, т. е. круг должен как бы набегать на затягиваемый резец. Круги следует своевременно править, так как при засаленном круге образуются трещины в твердосплавной пластинке.

В случае отсутствия алмазных кругов заточку твердосплавных резцов можно производить кругами из других материалов, руководствуясь при этом данными табл. 2.

Таблица 2

Круги и окружные скорости при заточке твердосплавных резцов

Операция	Марки материала стержня и твердых сплавов	Характеристика круга			Окружная скорость в м/с
		Материал	Твердость	Зернистость	
Заточка стержня резца по задним поверхностям	Углеродистая сталь: 45, 50, У8 и др.	Электрокорунд	C1—CM2	40—25	25
Заточка передней и задней поверхностей резца по пластинке твердого сплава	Твердый сплав: BK4, BK6, BK8, BK8B, T5K10, T5K12B, T14K8, T15K6, T17K12	Зеленый карбид кремния	M2—CM1	40—25	12—16
	Твердый сплав: BK2, BK3M, BK6M, T30K4	То же	M1—M3	25—16	12—16

Последовательность заточки и доводки резцов из твердых сплавов в этом случае такая же, как и при одноименных операциях для резцов, затачиваемых алмазным кругом.

После заточки резца, даже на мелкозернистом круге, на режущей кромке его остаются зазубрины, а задняя и передняя поверх-

ности получают повышенной шероховатости. Во время работы эти зазубрины и шероховатость вызывают интенсивный износ резца, что снижает его режущие свойства и повышает шероховатость обрабатываемой поверхности. Поэтому заточенный резец следует доводить на алмазном круге и только при отсутствии требуемого круга — на притирочном диске пастой из карбида бора.

Доводка твердосплавных резцов ведется алмазными кругами со следующими характеристиками и режимами:

Зернистость круга ¹	A5, A4, AM40, AM28, AM20
Связка	Органическая
Концентрация кругов в %:	
A5 и A4	50
AM40, AM28, AM20 и др.	25
Скорость вращения круга в м/с	30—35
Продольная подача в м/мин	0,30—0,80
Поперечная подача в мм на двойной ход	0,005—0,01

При доводке следует применять охлаждение (1—2 л/мин).

При правильном выполнении доводки шероховатость доведенных поверхностей снижается до 11-го класса чистоты и даже больше.

Доводка твердосплавных резцов при отсутствии соответствующих алмазных кругов может производиться пастой из карбида бора на вращающихся чугунных (НВ 120—160) дисках при скорости вращения диска 1,0—1,5 м/с.

Паста нормальной производительности состоит (по весу) из 70% карбида бора и 30% парафина. В пасте повышенной производительности содержится 85% карбида бора и 15% парафина.

Зернистость доводочного материала рекомендуется следующая:

При черновой обработке	M40
» чистовой » 	M20—M28

Порядок обработки поверхностей твердосплавного резца при доводке:

- 1) доводка главной задней поверхности под углом α на величину фаски шириной 1,5—3 мм;
- 2) доводка передней поверхности под угол γ на величину фаски шириной 2—4 мм;
- 3) закругление вершины резца.

Вспомогательная задняя поверхность резца не доводится.

Для получения высокого качества доводки необходимо, чтобы биение доводочного круга или диска не превышало 0,05 мм. Вращение круга и диска должно быть обратным вращению круга при заточке и направлено под режущую кромку. Перед нанесением пасты на диск его следует слегка протереть войлочной щеткой,

¹ Чем выше должно быть качество доводки, тем мельче следует выбирать зерно круга.

смоченной в керосине. Слой пасты, наносимой на диск, должен быть тонким; толстый слой не ускоряет процесс доводки. Резец следует плавно подводить к доводочному диску и легко прижимать к нему. Сильный нажим не ускоряет доводку, а только увеличивает расход пасты и ускоряет износ диска.

Проверка правильности углов резца в простейшем случае производится шаблонами, подобными показанному на рис. 20, а. Наклонные стороны *А* и *В* шаблона составляют с его основанием (с правой стороны по рис. 20, а) углы, равные $90^\circ - \alpha$, где угол α

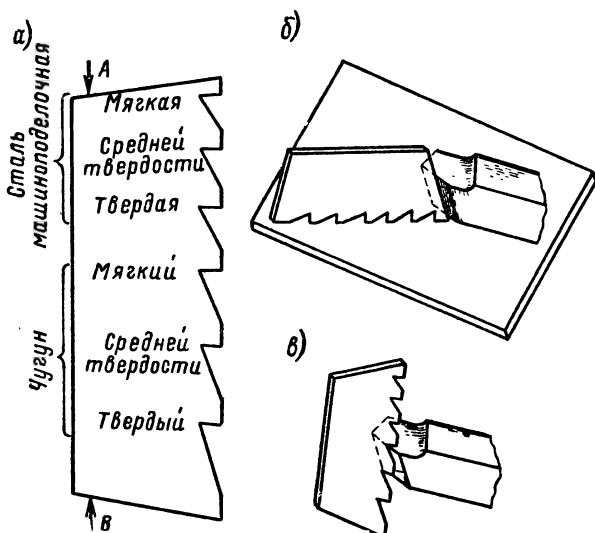


Рис. 20. Шаблон (а) для проверки резца и его применение при проверке заднего угла (б) и угла заострения (в) резца.

для стороны *А* равен, например, 8° , а для стороны *В* — 12° . Это дает возможность проверить на плите правильность заднего угла резца, как показано на рис. 20, б. Вырезы у основания шаблона сделаны с разными углами, равными углам заострения резцов, предназначенных для обработки различных материалов. Проверка этим шаблоном угла заострения резца показана на рис. 20, в. Шаблон следует располагать в плоскости, перпендикулярной к главной режущей кромке.

Для проверки и измерения углов резцов пользуются также специальными универсальными приборами.

Чистоту доведенных поверхностей резца и отсутствие на режущей кромке зазубрин проверяют при помощи лупы с 10—20-кратным увеличением.

Изготовление резцов с пластинками из минералокерамических твердых сплавов. Припаивание минералокерамических пластинок производится латунью Л-62. Этот процесс должен выполняться

очень тщательно во избежание отскакивания пластинки или ее растрескивания. Затруднения, возникающие при этом, обуславливают широкое применение державок для минералокерамических резцов, подобных показанной на рис. 16 и других конструкций.

Заточка минералокерамических резцов производится на шлифовальных кругах из зеленого карбида кремния на керамической связке твердостью не выше СМ1. При освоении процесса заточки этих резцов следует пользоваться кругами твердостью М2—М3.

Зернистость кругов при предварительной заточке 40, при окончательной 25—16.

Окружная скорость круга должна быть около 5 м/с. Если заточка производится твердым кругом, окружная скорость его должна быть 2—4 м/с.

Во избежание растрескивания пластинки заточку минералокерамических резцов следует производить с охлаждением (1—2-процентный раствор кальцинированной соды в воде).

Доводка минералокерамических резцов производится на чугунном диске пастой из карбида бора зернистостью 3—6.

Изготовление быстрорежущих и углеродистых резцов. Быстрорежущие резцы лишь небольших размеров делают цельными. Резцы средних и крупных размеров для экономии дорогостоящей быстрорежущей стали должны быть наварными.

Пластинки из быстрорежущей стали привариваются к стержню резца с помощью различных порошков. Сварочный порошок накладывается слоем толщиной около 3 мм между пластинкой и стержнем резца. После этого резец помещают в индуктор высокочастотной установки, в крайнем случае в печь или даже кузнечный горн, где он нагревается до светло-красного цвета. Убедившись в том, что пластинка не сдвинулась, ударяют по ней один раз молотком для закрепления ее на месте. Затем резец снова помещают в печь и нагревают до температуры сварки, т. е. до светло-желтого, почти белого цвета и появления пузырей на пластинке. Вынув резец из печи, плотно прижимают пластинку к стержню под ручным пресом или легкими, но частыми ударами кузнечной кувалды (через гладилку). Охлажденный резец можно закалывать как цельный.

Резцы из быстрорежущей стали при закалке нагревают «ступенями»: сначала медленно нагревают до определенной температуры, затем быстро до следующей ступени температуры и только после этого быстро поднимают температуру нагрева до 1240—1300° С.

Охлаждение резца производится в масле или струе холодного воздуха. Для отпуска резца его нагревают, выдерживая в печи 3—4 ч, после чего охлаждают в масле или в струе воздуха. Материал резца улучшается, если отпуск производят два-три раза с выдержкой 1 ч после нагрева.

Резцы из углеродистой стали изготавливают обычно цельными, независимо от их размеров. Такие резцы получают необходимую форму механической обработкой или ковкой. Придание резцу необходимой формы кузнечным способом всегда связано с понижением

качества его материала — выгоранием полезных элементов, образованием трещин и т. д. Поэтому такой способ следует применять лишь в случае безусловной необходимости и выполнять со строгим соблюдением всех правилковки. Откованные резцы следует подвергать отжигу, уничтожающему внутренние напряжения в стали, образовавшиеся во времяковки. Для этого резцы нагревают до температуры отжига, соответствующей марке стали изготавливаемого резца, после чего резец охлаждают в сухом древесном угле, золе или песке.

Для закалки резца головка его нагревается до соответствующей температуры (760—800° С в зависимости от марки стали) с охлаждением в воде комнатной температуры.

Для сообщения резцу вязкости его подвергают отпуску. С этой целью как только головка охлаждаемого резца потемнеет, его вынимают из воды, очищают головку от окалины и ждут, пока она снова нагреется теплотой, оставшейся в неохлажденной части резца, до температуры, соответствующей данной стали и определяемой по цвету побежалости. Как только цвет побежалости, соответствующий данной температуре, дойдет до вершины резца, последний быстро охлаждают в воде.

Заточка новых быстрорежущих и углеродистых резцов с приваренными пластинками и изготовленных ковкой производится в два приема. Предварительная заточка резцов выполняется до их закалки кругом из электрокорунда зернистостью 80—50 и твердостью С1—СТ1. При этой заточке должны быть получены все углы резца. Окончательная заточка таких резцов, а также переточка резцов, находящихся в работе и затупившихся, производится на круге из электрокорунда белого зернистостью 40 или 25 с твердостью СМ—СМ1, при окружной скорости круга 25—35 м/с, при обильном охлаждении.

Резцы, форма головки которых получена механической обработкой, а также резцы с аккуратно приваренной пластинкой затачиваются полностью после термообработки (без предварительной заточки).

Окончательно заточенный резец подвергается доводке на диске или заправляется абразивным бруском. Для доводки быстрорежущих резцов применяют пасты — крупнозернистую и мелкозернистую.

Состав крупнозернистой пасты в % (по весу):

Электрокорунд белый или нормальный зернистостью М40—М28	70
Стеарин технический	28
Олеиновая кислота	2

Состав мелкозернистой пасты в % (по весу):

Электрокорунд белый или нормальный зернистостью М20—М10	65
Стеарин технический	32
Олеиновая кислота	3

Общие замечания о заточке и доводке резцов. Заточка и доводка резцов, как правило, должна производиться централизованно квалифицированными рабочими-заточниками.

На большинстве передовых металлообрабатывающих предприятий и особенно на заводах с массовым и крупносерийным характером производства в механических цехах организованы заточные отделения. Токари, а также другие рабочие-станочники получают готовые окончательно заточенные и доведенные резцы и другие инструменты.

В недостаточно хорошо организованных механических цехах, где рабочие места не специализированы и на них приходится выполнять самые разнообразные работы, а также в небольших мастерских, токари вынуждены производить заточку и доводку резцов самостоятельно.

Заточка — одна из самых опасных работ, выполняемых токарем. Поэтому при выполнении ее необходимо соблюдать следующие правила техники безопасности:

1) если заточка производится всухую и у станка нет защитного стекла, токарю необходимо надевать специальные очки;

2) при заточке резца надо стоять не напротив вращающегося круга, а несколько сбоку, чтобы в случае разрыва круга осколки его не заделали рабочего;

3) подкладка, на которую опирается затачиваемый резец, должна быть установлена возможно ближе к шлифовальному кругу;

4) круг всегда должен быть в исправном состоянии и хорошо выправленным;

5) биение круга не допускается;

6) защитный кожух, закрывающий круг, всегда должен быть на месте.

Глава II

ТОКАРНЫЕ СТАНКИ И ИХ ОБСЛУЖИВАНИЕ

1. УСТРОЙСТВО ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 1К62

Общее описание. Общий вид токарно-винторезного станка модели 1К62 завода «Красный пролетарий» им. А. И. Ефремова показан на рис. 21.

Основные части этого станка, присущие любому токарно-винторезному станку, — неподвижная передняя бабка 1, подвижная и закрепляемая в рабочем положении задняя бабка 3 и подвижный в работе суппорт 2, в резцедержателе которого крепится резец. Суппорт управляется с помощью механизмов фартука 4 и получает движение от коробки подач 6. Все эти части станка размещаются на станине 5.

Станок является универсальным и предназначен для работы в условиях индивидуального и мелкосерийного производства. На нем можно обрабатывать детали диаметром до 400 мм, а из прутковой заготовки — диаметром до 45 мм.

Основные части станка, органы управления и средства для закрепления заготовок показаны на рис. 22.

В подшипниках передней бабки 39 вращается шпиндель 5 — главный вал станка, на правом конце которого крепится патрон 6 или другое приспособление для закрепления обрабатываемой детали. В шпинделе имеется конусное отверстие, в котором может быть установлен центр, также используемый для установки и закрепления детали. Шпиндель изготавливается полым. В его сквозное отверстие может вводиться заготовка — пруток. Закрепляется заготовка с помощью патрона. Шпиндель посредством устройства, расположенного в корпусе передней бабки и называемого коробкой скоростей, получает вращение от главного электродвигателя мощностью в 7 или 10 кВт, встроенного в левую тумбу станка.

Коробка скоростей устроена таким образом, что при постоянном числе оборотов в минуту электромотора числа оборотов шпинделя можно изменять в довольно широких пределах. Так, рассматриваемый станок имеет 23 скорости шпинделя — от 12,5 до 2000 об/мин. Такое количество скоростей вращения шпинделя дает возможность

установить скорость резания, наиболее подходящую для различных работ. Пуск станка, остановка его и изменение направления вращения шпинделя осуществляются при помощи рукояток 26 или 34, расположенных для удобства токаря в разных концах станка. Изменения скорости вращения шпинделя осуществляются с помощью рукояток 1 и 4, размещенных на передней бабке. Движением рукоятки 4 выбирается требуемый ряд чисел оборотов (по таблице, находящейся над рукояткой), а поворотом рукоятки 1 устанавливается необходимое число оборотов шпинделя.

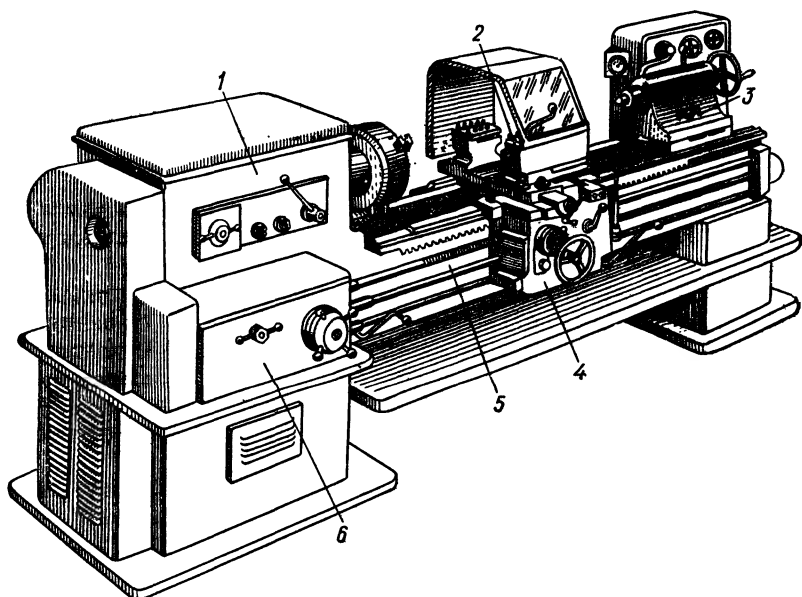


Рис. 21. Общий вид токарно-винторезного станка модели 1К62

Станина станка 27 коробчатой формы с поперечными ребрами имеет две призматические закаленные направляющие: переднюю — для передвижения суппорта 33 и заднюю — для перемещения задней бабки 19 (их видно на рис. 21).

В пиноли 12 задней бабки устанавливается центр 11. Задняя бабка может быть установлена на различном расстоянии от передней и закреплена с помощью рукоятки 16. Более прочное закрепление осуществляется закручиванием гайки 22. Кроме того, можно перемещать пиноль бабки вращением маховичка 18 и закреплять в требуемом положении рукояткой 13. Корпус задней бабки установлен на промежуточной плите 21, расположенной на направляющих станины. Корпус бабки можно сдвигать по плите в сторону токаря или наоборот, от токаря. При среднем положении корпуса бабки обрабатываемые детали, закрепленные в центрах,

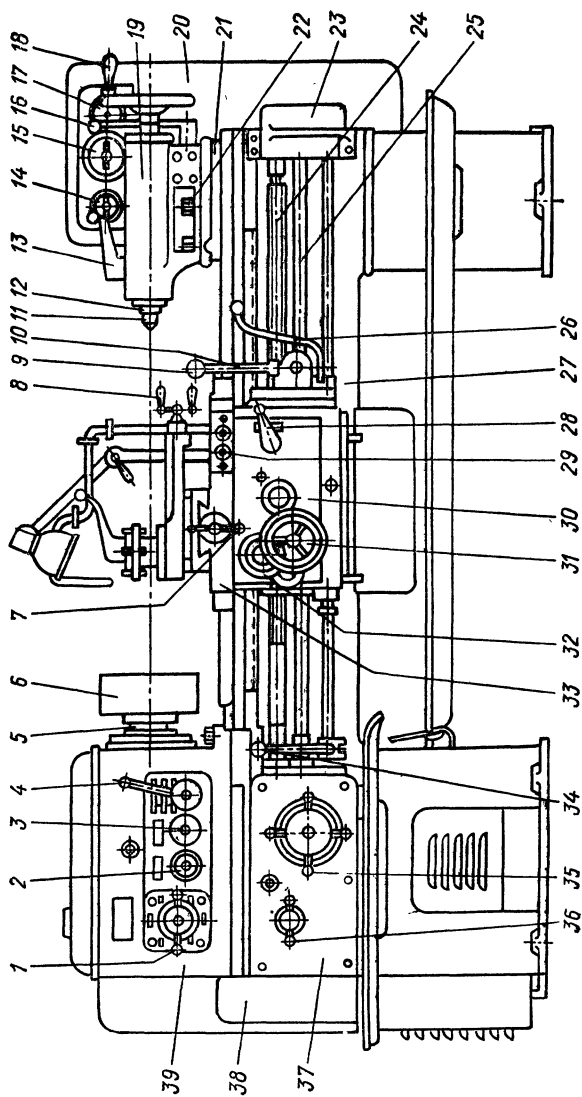


Рис. 22. Токарно-винторезный станок модели 1К62

получаются цилиндрическими, при сдвинутом корпусе бабки — коническими.

Прямая линия, соединяющая вершины переднего и заднего центров, при среднем положении задней бабки, когда ось заднего центра совпадает с осью переднего центра, называется *центральной линией станка*. Она параллельна направляющим станины.

Режущий инструмент (резец) закрепляется на суппорте 33. Суппорт состоит из нескольких частей, перемещающихся в разных направлениях. Это обеспечивает возможность осуществления подачи резца — продольной, параллельной центральной линии станка, и поперечной, перпендикулярной к этой линии. Верхняя часть суппорта может быть повернута около вертикальной оси; подачу резца при этом можно осуществить под углом к центральной линии станка, что требуется при обработке конических поверхностей.

Все подачи резца могут быть ручными, а продольная и поперечная — также и автоматическими. Продольная ручная подача осуществляется вращением маховика 31, расположенного, как и многие другие рукоятки управления подачами станка, на передней стенке фартука 30 суппорта.

Поперечная ручная подача производится вращением рукоятки 7, а подача верхней (поворотной) части суппорта — посредством рукоятки 8.

Автоматические подачи резца заимствуются от ходового винта 24 или от ходового вала 25, получающих вращение с разными скоростями от коробки подач 37. Ходовой винт используется при нарезании резьб, ходовой вал — при всех остальных токарных работах.

Включение подачи, заимствуемой от ходового винта и ходового вала, осуществляется при помощи рукояток 35 и 36. Кнопка 32 служит для выключения реечного зубчатого колеса из рейки при нарезании резьбы. Рукояткой 28 производится включение и выключение разъемной гайки ходового винта, а рукояткой 10 — подач, заимствуемых от ходового вала. Рукоятка 10 носит название *мнемонической*, поскольку направление поворота рукоятки совпадает с направлениями продольной и поперечной включаемых подач. В рукоятку 10 вмонтирована кнопка 9, при нажатии на которую включаемые рукояткой 10 подачи получают ускоренную величину (от электродвигателя ускоренных перемещений 23), что используется для холостых перемещений суппорта.

Рукоятка 3 служит для реверсирования (изменения направления вращения) ходового винта, что вызывает изменение направления перемещения суппорта, необходимое при нарезании левых резьб.

Коробка подач связана зубчатыми колесами через гитару, расположенную под кожухом 38, со шпинделем станка, так что скорости вращения шпинделя и величина подачи резца получаются всегда согласованными. Коробка подач устроена таким образом, что, устанавливая в разные положения рукоятки 35 и 36 и пользуясь также рукояткой 2, можно получать (через ходовой винт) подачи, соответствующие шагам всех принятых по ГОСТу метрических

и дюймовых резьб и большое количество различных подач (через ходовой вал), необходимых при остальных токарных работах.

Используя сменные шестерни гитары, можно нарезать модульные и питчевые резьбы. Посредством рукоятки 2 шаг нарезаемой резьбы может быть увеличен в 2,8 или в 32 раза, а также может производиться деление при нарезании многоходовых резьб (при числе ходов 2, 3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20, 30 и 60).

Используя все возможные передачи коробки подач, на рассматриваемом станке можно нарезать метрические резьбы с шагом от 1 до 192 мм, дюймовые с числом витков от 2 до 24 на 1", модульные с шагом в модулях от 0,5 до 48 и питчевые с шагом в питчах от 1 до 96.

Кроме того, на станке можно получить при работе через ходовой вал продольные автоматические подачи от 0,070 до 4,16 мм/об и поперечные от 0,035 до 2,08 мм/об.

Пуск и остановка главного электродвигателя осуществляются нажатием на кнопку 29, включение насоса для подачи эмульсии, размещенного в правой тумбе станка, — с помощью выключателя 14. Для включения электроэнергии и освещения служат выключатели 15 и 17. Все электрооборудование станка (кроме электромоторов) расположено в шкафу 20.

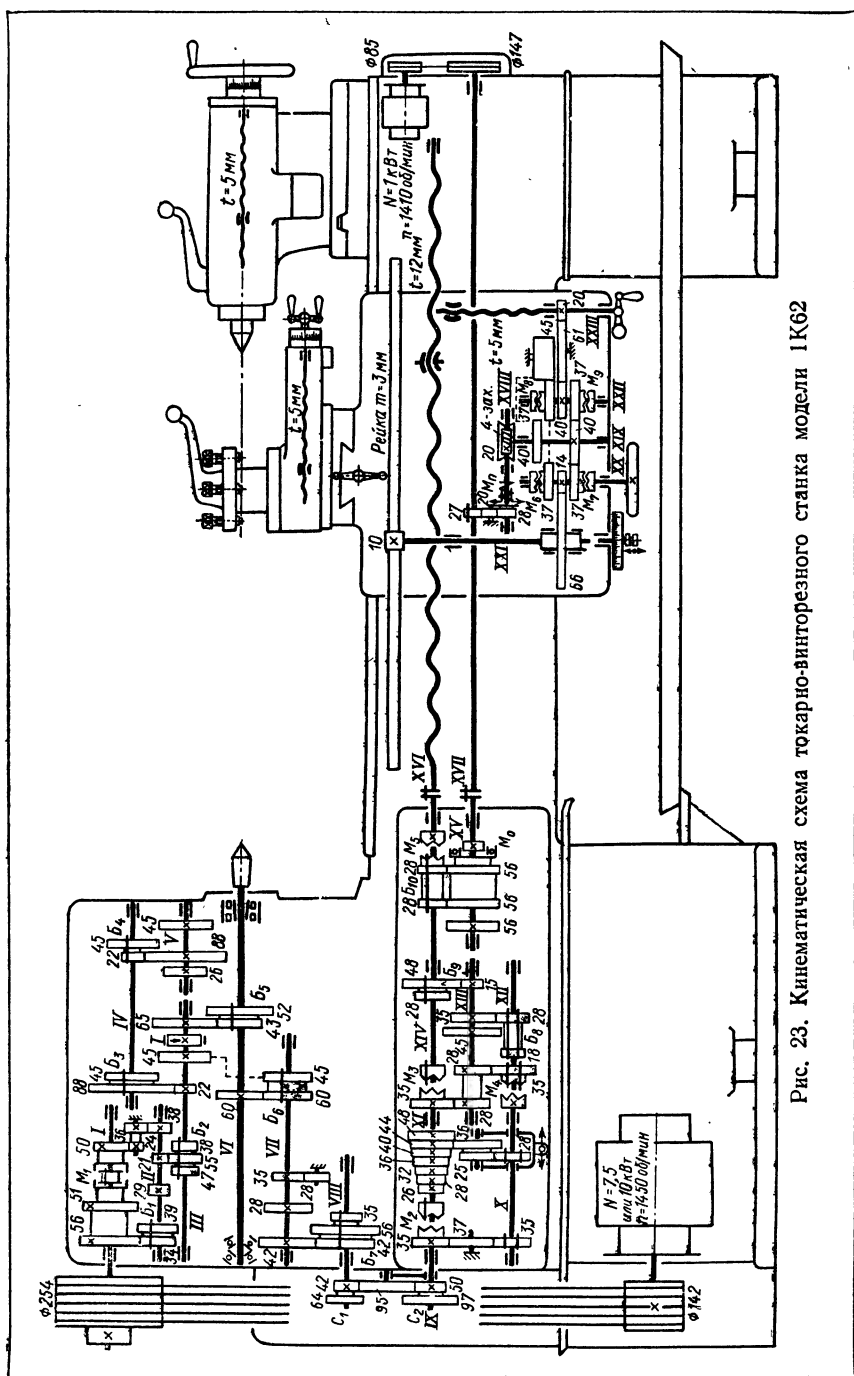
Кинематика станка. На рис. 23 изображена кинематическая схема станка. Перед ее изучением следует рассмотреть табл. 3 и усвоить условные обозначения элементов кинематических цепей.

От главного электродвигателя клиноременной передачей с отношением 142—254 (диаметры шкивов) вращение передается валу I коробки скоростей. На валу I установлены многодисковые фрикционы (устройство их описано ниже), при помощи которых переключением муфты M_1 можно передавать шпинделю правое или левое вращение (прямой или обратный ход).

При прямом ходе (перемещение муфты M_1 влево) вал II может получить две скорости. Это осуществляется перемещением подвижного блока зубчатых колес B_1 , вследствие чего вращение будет передаваться через зубчатые пары колес либо 56—34, либо 51—39. При включении муфты M_1 на обратный ход (перемещение муфты вправо) передача осуществится через две пары зубчатых колес 50—24 и 36—38, что и приведет к изменению направления вращения.

С вала II на вал III с помощью тройного блока зубчатых колес B_2 вращение передается через колеса 29—47, 21—55 (как показано на схеме) или 38—38. Вал III, таким образом, может получить шесть различных рабочих скоростей.

Включением блока B_3 влево, как это показано на схеме, шесть скоростей можно передать на шпиндель (вал VI) через пару зубчатых колес 65—43. При переводе блока B_3 вправо, через колеса 26—52 вращение с вала III на вал VI передается через перебор. Перебором называется группа колес, размещенных на валах III, IV и V, с помощью которых количество скоростей умножается, одновременно понижаясь в численном значении. Меняя положение блоков B_3 и B_4 на валу IV, передачу можно осуществить через колеса 22—88



и 22—88 (как показано на схеме) или 22—88 и 45—45, или 45—45 и 22—88 или 45—45 и 45—45, в результате чего будут получены соответственно передаточные отношения $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$ и 1. Таким образом, перебор умножает шесть скоростей вала *III* на три передаточных отношения $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{4}$ или 1, и, как было указано выше, через колеса 26—52 может передать шпинделю 18 скоростей. Всего шпиндель получает таким образом 24 разные скорости (числа оборотов), но практически — 23 вследствие численного совпадения двух их значений.

К коробке подач передача идет через промежуточный вал *VII* и установленный на нем передвижной блок *B₆*. Движения подач заимствуются либо от шпинделя через зубчатые колеса 60—60, когда этот блок (блок звена увеличения шага) находится в крайнем левом положении, как показано на схеме, либо от вала *III* через зубчатые колеса 45—45, как на схеме показано условным пунктиром, когда блок *B₆* перемещен в крайнее правое положение. В последнем случае в зависимости от передаточного отношения перебора подачи и шаг резьбы увеличиваются в 2, в 8 или в 32 раза.

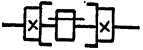
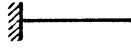
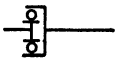
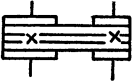
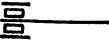
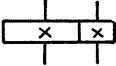
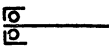
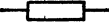
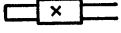
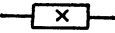
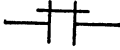
Реверс, служащий для изменения направления вращения ходового винта, имеет две скорости правого и одну скорость левого вращения. При крайнем левом положении тройного передвижного блока *B₇* вращение от вала *VII* к валу *VIII* передается зубчатыми колесами 42—42 (как показано на схеме) с передаточным отношением, равным 1, а при среднем положении блока *B₇* — колесами 28—56 с передаточным отношением $\frac{1}{2}$; при крайнем правом положении блока *B₇* изменяется направление вращения, которое в этом случае передается колесами 35—28—35. К коробке подач вращательное движение передается от вала *VIII* через гитару со сменными блоками зубчатых колес *C₁* и *C₂*. Для нарезания метрических и дюймовых резьб и получения механической подачи сменные блоки *C₁* и *C₂* устанавливаются так, как показано на схеме, и вращение коробки подач сообщается через зубчатые колеса 42—95—50.

При нарезании модульных и питчевых резьб сменные блоки переворачиваются и вращение передается зубчатыми колесами 64—95—97. Далее передача для нарезания дюймовых, питчевых и торцовых резьб производится, как показано на схеме, при включенном зубчатом колесе 35, установленном на валу *X* и выключенных муфтах *M₂*, *M₃* и *M₄*. Вращение от вала *IX* передается валу *XIV* через зубчатые колеса 35—37—35, механизм с накидным зубчатым колесом (механизм Нортон¹) с помощью которого можно получить семь различных передаточных отношений 28—25 и 36 — (от 26 до 48), зубчатые колеса 35—28 и 28—35 и множительный меха-

¹ Устройство этого механизма заключается в том, что скользящее по валу *X* колесо 28 постоянно соединено с блоком колес 25—36. Колесо 36 называется накидным. При желании совместить колесо 36 с одним из колес жестко закрепленного на валу *XI* блока из семи колес (26, 28, 32, 36, 40, 44 и 48) нужно, используя соответствующую рукоятку коробки подач, сместить скользящее колесо 28 из одного фиксируемого положения в другое.

Таблица 3

Условные обозначения, встречающиеся в кинематической схеме
(рис. 23)

	Вал		Муфта фрик- ционная
	Неподвижно за- крепленная ось		Муфта обгона
	Подшипник скольжения		Передача клино- видным ремнем
	Подшипник ка- чения роликовый		Передача зубча- тая (цилиндриче- ские колеса)
	Подшипник ка- чения шариковый		Передача червяч- ная
	Свободное сое- динение с валом		Передача зубча- тая реечная
	Глухое (жест- кое) соединение с валом		Передача через винт с разъемной гайкой
	Глухое соедине- ние двух валов		Передача через винт без разъем- ной гайки
	Муфта сцепле- ния кулачковая		

низм, состоящий из двух подвижных двойных блоков B_8 и B_9 , которые обеспечивают получение четырех различных передаточных отношений: $1/8$, $1/4$, $1/2$ и 1. При включении кулачковой муфты M_6 вращение от вала XIV передается ходовому винту XVI . Для нарезания метрических и модульных резьб, а также для получения механической подачи коробка подач перестраивается. Зубчатое колесо 35 на валу X выводится из зацепления с зубчатым колесом 37, включаются муфты M_2 и M_4 , а муфта M_3 остается выключенной. В этом случае вращение от вала IX вала XIV передается муфтой M_2 , валом XI , механизмом Нортон (в обратном направлении), муфтой M_4 и множительным механизмом.

Двухвенцовый блок B_{10} передает вращение ходовому валику $XVII$ через двухвенцовый неподвижный блок 56, обгонную муфту M_0 и вал XV для осуществления механических подач суппорта. При смещении блока B_{10} влево ее левый зубчатый венец входит в зацепление с колесом 56, жестко закрепленным на валу XV , и вращение последнему передается помимо обгонной муфты, что необходимо для нарезания торцовых резьб.

От ходового валика $XVII$ вращение через зубчатые колеса 27—20—28, предохранительную муфту M_d и червячную передачу 4—20 сообщается валу XIX (на схеме механизм фартука показан условно развернутым на 90°). Вал связан передним зубчатым колесом 40 непосредственно с зубчатыми венцами кулачковых муфт M_7 и M_9 , а задним колесом 40 через паразитное колесо 45 — с зубчатыми венцами кулачковых муфт M_6 и M_8 (см. штриховые линии на схеме).

При сцеплении кулачковых муфт M_6 или M_7 (ручная подача) вращение от вала XX через зубчатые колеса 14—66 передается валу XXI с закрепленным на нем зубчатым колесом 10. Обкатыванием колеса при рейке осуществляется продольная подача суппорта. На валу XXI смонтирован лимб продольной подачи с ценой деления 1 мм.

Поперечная подача суппорта в ту или иную сторону включается муфтами M_8 или M_9 (ручная), после чего вращение от вала $XXII$ передается поперечному ходовому винту $XXIII$ зубчатыми колесами 40—61—20.

Быстрые перемещения суппорта в продольном и поперечном направлениях осуществляются от отдельного электродвигателя через клиноременную передачу 85—147, ходовой валик $XVII$ и далее по тем же кинематическим цепям фартука, по которым суппорту сообщаются движения рабочих подач. Скорость быстрых продольных перемещений суппорта равна 3,4 м/мин, а поперечных — 1,7 м/мин.

2. УСТРОЙСТВО ОСНОВНЫХ УЗЛОВ ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО СТАНКА МОДЕЛИ 1К62

Механизм переключения фрикционной муфты. Многодисковые фрикционы муфты включения прямого и обратного вращения шпинделя (рис. 24) управляются рукоятками 19 и 17 (34 и 26 см. на рис. 22). Рукояткой 19 пользуются при настройке станка, а во время работы

используют рукоятку 17, которая всегда перемещается вместе с фартуком вдоль валика 18 (на рис. 22 он расположен ниже ходового валика 25). Этот валик по всей длине имеет шпоночный паз d и связан с рукояткой 17 скользящей шпонкой. При повороте рукоятки 17 в направлении стрелок A и B поворачивается валик 18, а вместе с ним и рукоятка 19. Последняя через тягу 16, коромысло 15 и

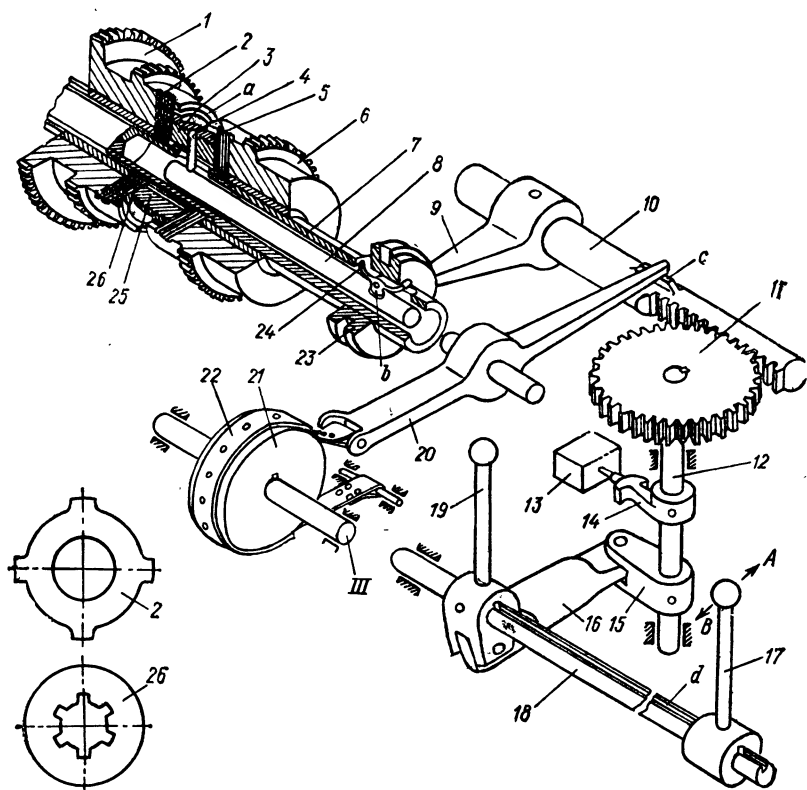


Рис. 24. Механизм переключения фрикционной муфты (а) и фрикционные диски (б)

валик 12 вращает зубчатое колесо 11, находящееся в зацеплении с рейкой 10. На левом конце рейки 10 закреплена вилка 9, которая своим кольцевым сектором входит в выточку муфты 23. Перемещение муфты 23 вдоль полого вала 7 вызывает небольшой поворот собачки 24, которая, входя нижним выступом b в поперечный паз тяги 8, заставляет последнюю перемещаться на небольшую величину вдоль своей оси. Тяга 8 с помощью сквозного штифта 4 связана с муфтой 25, благодаря чему последняя также получает небольшие перемещения вдоль оси валика 7. При перемещении муфты 25 влево включается фрикцион прямого вращения шпинделя, при

перемещении муфты 25 вправо — фрикцион обратного вращения шпинделя.

Фрикционы состоят из дисков 2 с наружными выступами, которыми они входят в пазы *a* ступиц зубчатых колес 1 и 6, и дисков 26 с внутренними выступами, которыми они связаны со шлицами полого вала 7. При сжатии дисков муфтой 25 между ними возникают силы трения, которые и обеспечивают передачу крутящего момента

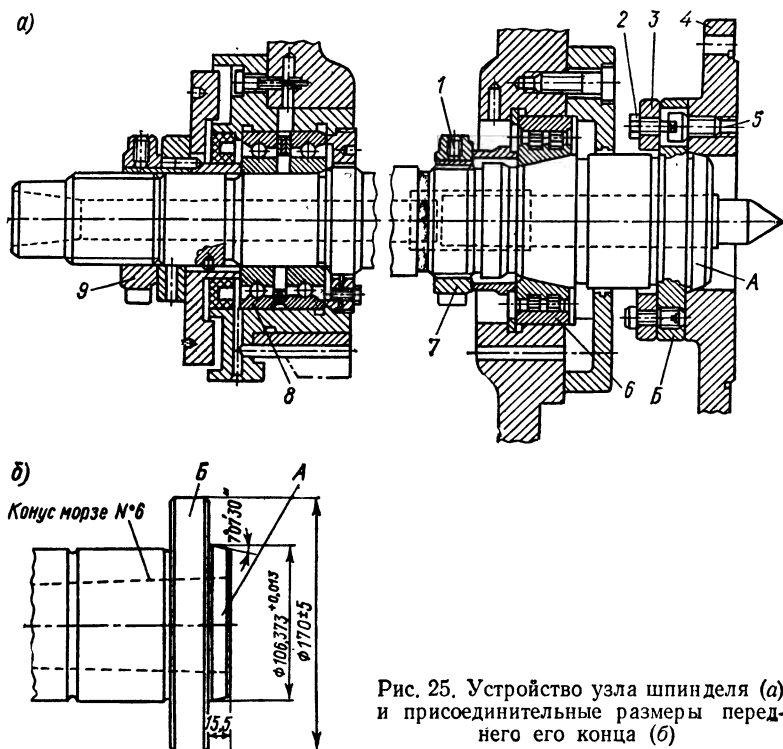
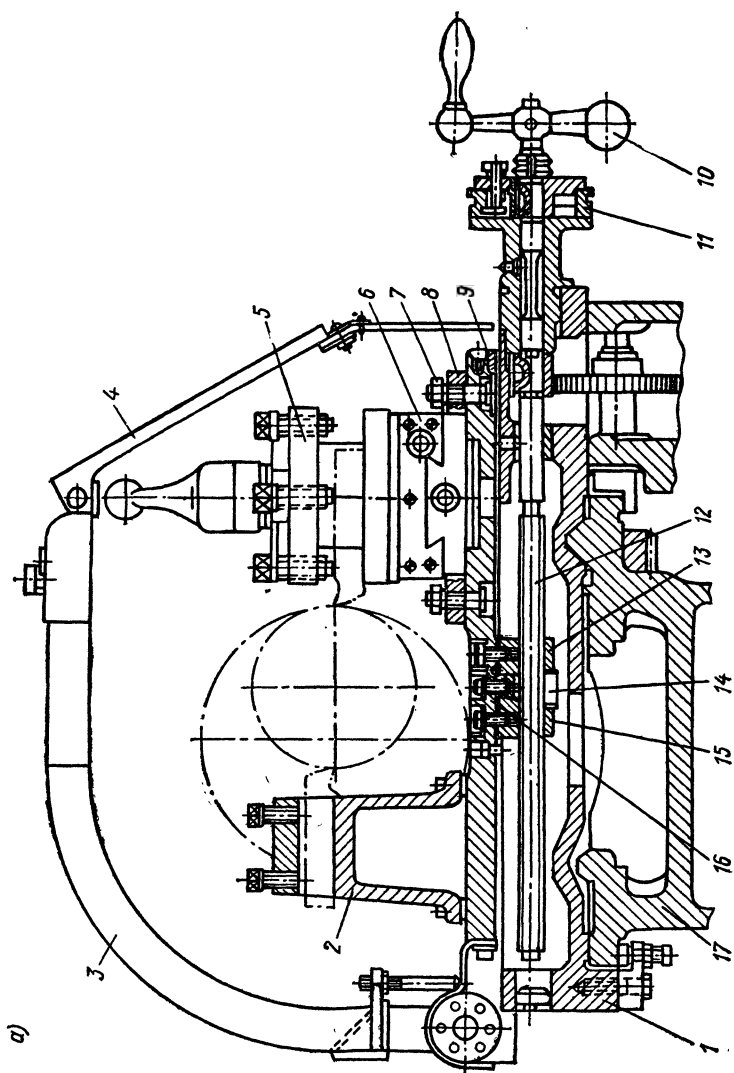


Рис. 25. Устройство узла шпинделя (а) и присоединительные размеры переднего его конца (б)

от вала 7 к зубчатым колесам 1 или 6. Для регулировки силы сжатия дисков как при сборке, так и по мере их износа предусмотрены резьбовые кольца 3 и 5.

Для быстрой остановки станка служит установленный на валике III ленточный тормоз. Включение тормоза связано с переключением фрикционов. В нейтральном положении фрикционов рейка 10 выступом *c* нажимает на конец двуплечего рычага 20, который затягивает ленту 22 на тормозном барабане 21 и останавливает привод станка. При включении одного из фрикционов выступ рейки 10 сходит с конца рычага 20 и последний освобождает ленточный тормоз.

На станке предусмотрено реле времени для автоматического отключения электродвигателя от сети при работе станка на холостом



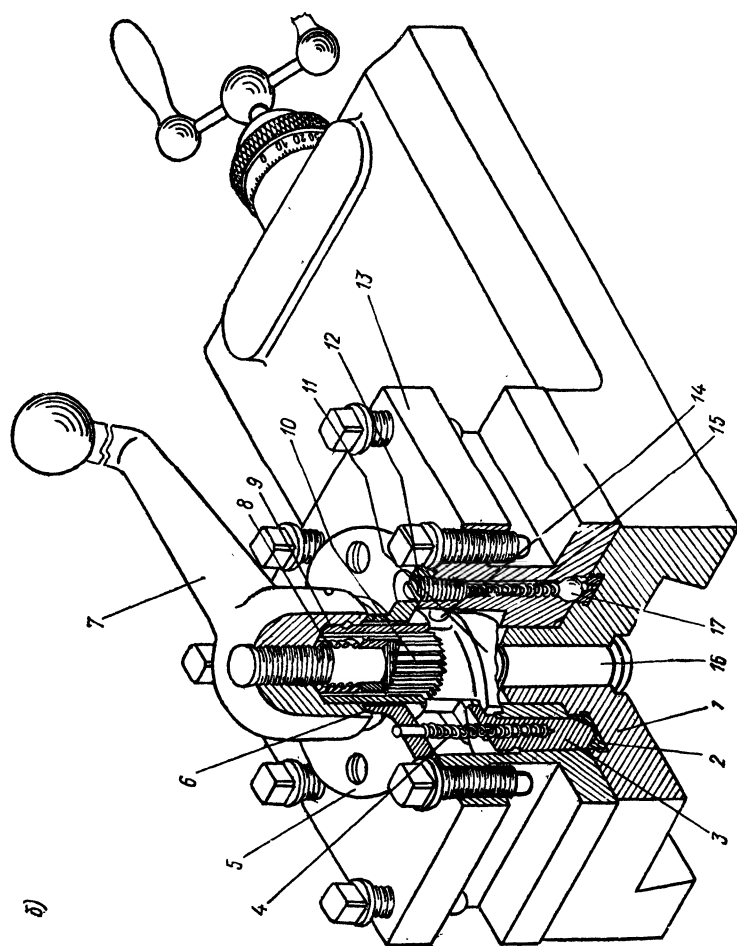


Рис. 26. Суппорт (а) и резцедержатель (б)

ходу в течение более чем 3—8 мин. Для этой цели на валике 12 установлен кулачок 14, который при нейтральном положении фрикционов, т. е. при работе станка на холостом ходу, включает реле 13, заранее настроенное на определенное (в пределах 3—8 мин) время. По истечении этого времени реле отключает цепь питания электродвигателя. При включенных фрикционах кулачок 14 отходит в сторону и реле времени блокируется.

Шпиндель. На рис. 25, а показано устройство узла шпинделя. Передняя конусная шейка шпинделя вращается в специальном регулируемом двухрядном роликовом подшипнике 6, а задняя — в двух радиально-упорных шариковых подшипниках 8, которые воспринимают осевую нагрузку на шпиндель.

Для выбора люфта в шпинделе (что можно делать только под наблюдением квалифицированного токаря или мастера) регулируется передний подшипник.

Для этого необходимо ослабить стопорный винт 1, с помощью гайки 7 подтянуть внутреннее кольцо подшипника 6, а затем опять закрепить винт 1.

Осевой люфт выбирается с наружной стороны гайкой 9. После выбора зазоров гайку следует повернуть еще на 18—20°, создавая тем самым необходимый натяг.

Фланец 4 патрона центрируется на конусном пояске А шпинделя. К фланцу В шпинделя он притягивается с помощью винтов 5, проходящих сквозь фасонные отверстия шайбы 3, и закрепляется четырьмя гайками 2.

На рис. 25, б показаны присоединительные размеры переднего конца шпинделя.

Суппорт. Суппорт станка (рис. 26, а) состоит из каретки 1, перемещающейся по направляющим станины 17, поперечных 9 и верхних 6 салазок, поворотной части 8. При вращении винта 12 рукояткой 10 или от привода поперечные салазки вместе с гайкой 13 скользят по направляющим каретки (на рисунке их не видно). Точное перемещение салазок и резца определяется с помощью лимба 11. Для устранения мертвого хода винта поперечных салазок при износе гайки последняя выполнена из двух половин 13 и 15, между которыми установлен клин 14. Подтягивая клин при помощи винта 16 кверху, можно раздвинуть обе половины гайки и выбрать зазор. Верхние салазки перемещаются по направляющим поворотной части, смонтированной в круговой направляющей поперечных салазок. Это позволяет устанавливать верхние салазки вместе с резцедержателем 5 при отпущенных гайках 7 под углом к оси станка от -65° до $+90^\circ$ при обтачивании конических поверхностей. Задний резцедержатель 2 используется для проточки канавок и для других работ, выполняемых с поперечной подачей, но может быть и снят.

Закрепленный на откидном кронштейне 3 щиток 4 используется для защиты токаря от разлетающейся стружки.

Резцедержатель. На центрирующем буртике верхней части суппорта 1 (рис. 26, б) установлена четырехсторонняя головка 13. С од-

ной стороны головки размещен конический фиксатор 3 с пружиной 4, а с другой стороны — шариковый фиксатор 17 с пружиной 15 и резьбовой пробкой 12.

Сверху к головке 13 двумя болтами привинчен фланец 5. Внутри головки на центральном пальце 16 расположен кулачок 11 с торцовыми зубьями и храповая муфта 10, которая прижимается к торцу кулачка пружиной 8. Храповая муфта 10 может свободно скользить по шлицам втулки 9, запрессованной в рукоятку 7.

Освобождение головки, ее поворот, фиксация и закрепление производятся одной рукояткой 7. В начале поворота против часовой стрелки рукоятка 7, перемещаясь по резьбе вверх, освобождает головку. Вместе с рукояткой поворачивается кулачок 11, который связан с ней зубьями храповика 10. Как только головка будет освобождена, скос кулачка 11 действуя на лапку фиксатора 3, приподнимает фиксатор и кулачок 11, упираясь стенкой выреза в штифт 14, поворачивает головку. При этом шарик 17 отжимается вверх. В конце поворота шариковый фиксатор засакивается в очередное гнездо, осуществляя предварительную фиксацию головки.

При обратном повороте рукоятки 7 кулачок 11 освобождает фиксатор 3, который, западая в гнездо 2, окончательно фиксирует головку. Кулачок 11, упираясь стенкой выреза в штифт 14, останавливается. При дальнейшем повороте рукоятки 7 скошенные торцовые зубья кулачка 11 отжимают вверх храповик 10. В конце поворота рукоятка 7 закрепляет головку.

Подгонкой шайбы 6 по толщине обеспечивают удобное положение рукоятки 7 при зажиме.

Разъемная гайка. Продольная подача суппорта от ходового винта получается при включении разъемной гайки, управляемой рукояткой 28 (рис. 22). Эта гайка (рис. 27) состоит из двух половинок — нижней 1 и верхней 2. Обе половинки своими выступами А могут двигаться вверх и вниз в направляющих, имеющих на задней стороне фартука. Если половинки гайки сдвинуты и они охватывают ходовой винт (нижнее положение рукоятки 28 — рис. 22) — подача суппорта, заимствуемая от винта, включена. Если половинки гайки раздвинуты (верхнее положение рукоятки), то подача от винта выключена.

Указанные перемещения половинок гайки осуществляются следующим образом. На валик 5 (рис. 27), на котором закреплена рукоятка для управления гайкой, насажен диск 4. В этом диске имеются два эксцентричных паза В и С, в которые входят штифты 3

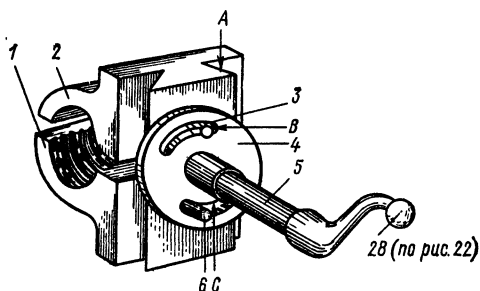


Рис. 27. Разъемная гайка

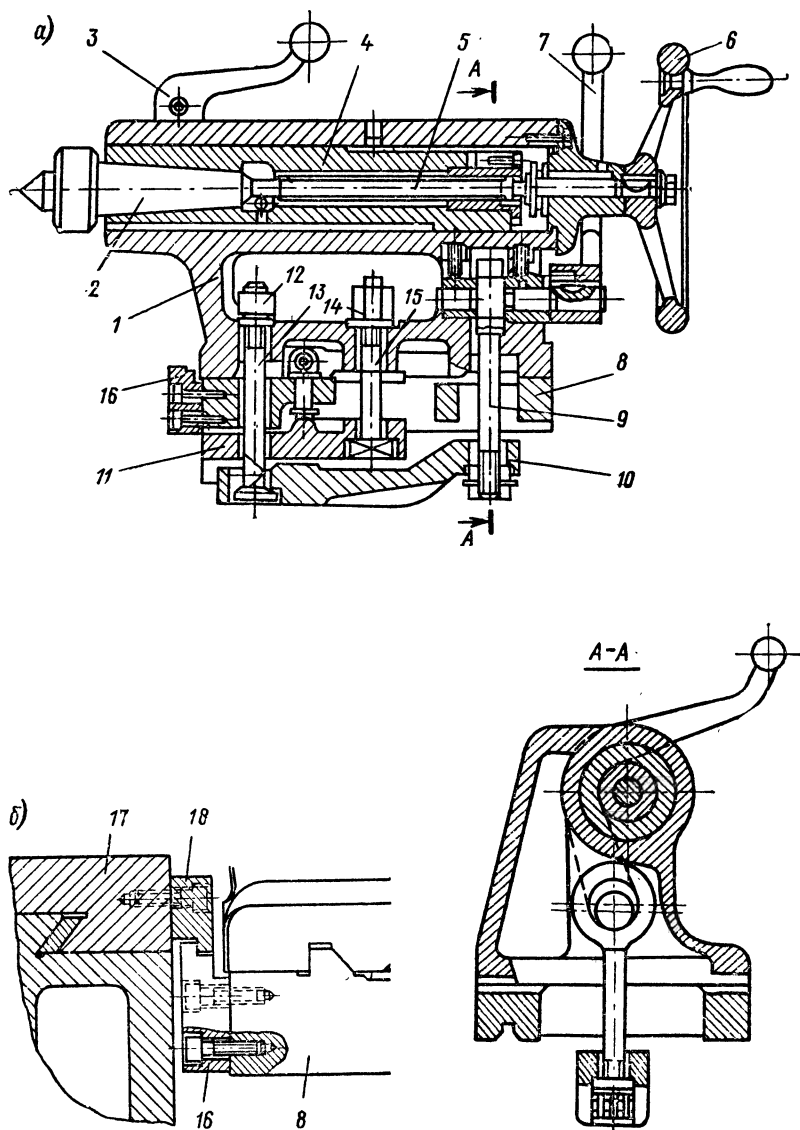


Рис. 28. Задняя бабка (а) и устройство для ее рабочего перемещения (б)

и 6, ввернутые в половинки гайки. При повороте рукоятки по часовой стрелке штифт 6 с нижней половинкой гайки поднимаются, а штифт 3 с верхней половинкой опускаются, что и требуется для включения гайки. При повороте рукоятки против часовой стрелки происходит выключение гайки.

Задняя бабка. Устройство ее показано на рис. 28, а. В продольном отверстии корпуса 1 установлена пиноль 4 с закрепленным в ней на конусе центром 2. Перемещение пиноли и выталкивание центра при его съеме осуществляется винтом 5 с помощью установленного на нем маховичка 6. В требуемом для работы положении пиноль закрепляется рукояткой 3.

Корпус задней бабки с промежуточной плитой 8 перемещается по направляющим станины вручную и фиксируется в рабочем положении поворотом рукоятки 7, вследствие чего тяга 9 воздействует на рычаг 10, который поджимается к станине станка (на рисунке не показана). Гайкой 12 (изменением рабочей длины винта 13) можно отрегулировать силу зажима. Окончательный зажим осуществляется гайкой 14, воздействующей через болт 15 на планку 11, также поджимаемую к станине станка. На плите 8 закреплена замковая планка 16. В нее может вводиться (поперечным смещением суппорта) аналогичная планка 18 (рис. 28, б) каретки 17, в результате чего при сверлении отверстий и других переходах задней бабке можно сообщать механическую продольную подачу.

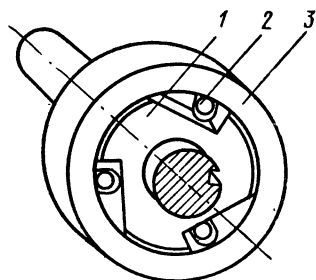


Рис. 29. Обгонная муфта

Обгонная муфта (рис. 29) состоит из ведущей обоймы 3, соединенной с двухвенцовым колесом 56 (рис. 23), и ведомого диска 1 (рис. 29), в вырезах которого расположены шарики 2. При вращении обоймы шарики заклиниваются в вырезах и вращение от обоймы передается на диск, а следовательно, и на вал XV (см. рис. 23). При вращении ходового вала XVII от электродвигателя ускоренного хода диск с валом XV вращается быстрее обоймы, шарики отжимаются в углубления вырезов, вследствие чего обойма, а с ней вместе блок шестерни 56—56 (рис. 23) вращения не получают.

3. ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНЫЙ СТАНОК МОДЕЛИ 16К20

Предварительные замечания. Токарно-винторезные станки модели 1К62 изготовлены на отечественных заводах в большом количестве и широко используются в нашей промышленности. Они вполне удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к современным металлорежущим станкам.

Однако советские станкостроители, выполняя Директивы XXIV съезда КПСС, непрерывно находят пути совершенствования

конструкций металлорежущих станков. Созданный ими новый станок модели 16К20 с высотой центров 215 мм (рис. 30) является базовым для нескольких моделей токарно-винторезных станков наиболее совершенной конструкции.

Так, при общей кинематической схеме и максимально унифицированной конструкции на базе станка 16К20 нормальной точности изготавливаются также станки модели 16К20П — повышенной точности, модели 16К20Г — нормальной точности с выемкой в станине, что позволяет изготавливать на нем детали диаметром до 630 мм, и модели 16К25 — облегченный станок нормальной точности с высотой центров 250 мм.

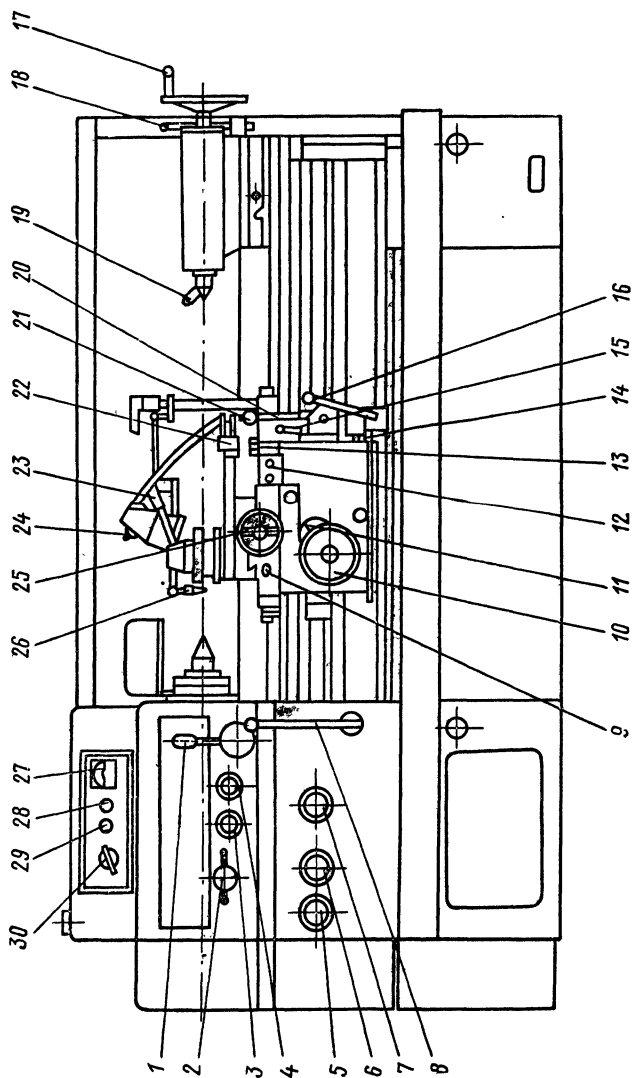
Управление станком. На рис. 30 показан общий вид станка и органы его управления. Все переключения рукояток, перемещения маховичков и пр. производятся от руки, кроме регулирования болта 13, где следует применять ключ.

Краткая техническая характеристика станка и некоторых его конструктивных особенностей. Токарно-винторезный станок модели 16К20 завода «Красный пролетарий» характеризуется следующими данными:

Наибольший диаметр обрабатываемой детали, устанавливаемой над станиной, в мм	400
Наибольший диаметр точения над поперечным суппортом в мм	220
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка в мм	50
Расстояние между центрами в мм	710, 1000, 1400, 2000
Наибольшая длина обтачивания в мм	640, 930, 1330, 1930
Частота вращения шпинделя в об/мин	12,5—1600
Пределы продольных подач в мм/об	0,05—2,80
Пределы поперечных подач в мм/об	0,025—1,40
Нарезаемые резьбы:	
метрическая, шаг в мм	0,5—112
дюймовая, число витков на 1"	56—0,25
модульная, шаг в модулях	0,5—112
питчевая, шаг в питчах	56—0,25
Мощность главного электродвигателя в кВт	10

Станок снабжен держателем центрового инструмента (рис. 31), позволяющим вести обработку отверстий как с ручной, так и с механической подачей, не пользуясь задней бабкой. Держатель центрового инструмента 1 устанавливается в соответствующую позицию резцедержателя 6, маркированную символом, обозначающим сверло, и закрепляется винтами 5. В держатель, имеющий цилиндрическое отверстие, вставляется переходная втулка 2 с коническим отверстием под сверло 4 (или другой центровой инструмент). Втулка в держателе закрепляется стопорным винтом 3.

Рис. 30. Токарно-винторезный станок модели 16К20 и органы его управления:



1 — рукоятка установки ряда чисел оборотов шпинделя; 2 — рукоятка установки чисел оборотов шпинделя; 3 — рукоятка установки нормального, увеличенного шага резьбы и положения при делении многозаходных резьб; 4 — рукоятка установки праной и левой резьб; 5 — рукоятка установки величины подачи и шага резцы; 6 — рукоятка установки вида работ: подачи и типа нарезаемой резьбы; 7 — рукоятка установки величины подачи и шага резьбы и отклонения механизма коробки подачи; 8 — рукоятка управления фрикционной муфтой главного привода (сблокирована с рукояткой 16); 9 — кнопка золотника смазки направляющих каретки и поперечных салазок суппорта; 10 — маховик ручного передвижения каретки; 11 — рукоятка включения электропривода главного привода; 12 — кнопочная станция включения и выключения гайки хвостового винта; 13 — болт закрепления каретки на станине; 14 — рукоятка включения фрикционной муфтой главного привода (сблокирована с рукояткой 8); 15 — Маховик перемещения пинноли задней бабки; 16 — рукоятка зажима пинноли задней бабки; 17 — Маховик перемещения управления механическими перемещениями каретки и поперечных салазок суппорта; 18 — рукоятка включения электропривода быстрого хода каретки и поперечных салазок суппорта; 19 — рукоятка включения режущих салазок суппорта; 20 — рукоятка поворота и закрепления индексированной режущей головки; 21 — рукоятка ручного перемещения режущих салазок суппорта; 22 — рукоятка ручного перемещения режущих салазок суппорта; 23 — рукоятка перемещения поперечных салазок суппорта; 24 — регулируемое сопло подачи охлаждающей жидкости; 25 — указатель нагрузки станка; 26 — выключатель электропривода подачи охлаждающей жидкости; 27 — сигнальная лампа; 28 — выключатель автоматический выключатель

Совмещение оси режущего инструмента с осью шпинделя осуществляется перемещением поперечных салазок суппорта до совпадения визира с риской на каретке, обозначенной символом, идентичным нанесенному на резцедержатель. Визир должен быть вдвинут в кронштейн до упора.

Коррекция положения оси режущего инструмента производится рукояткой перемещения поперечных салазок.

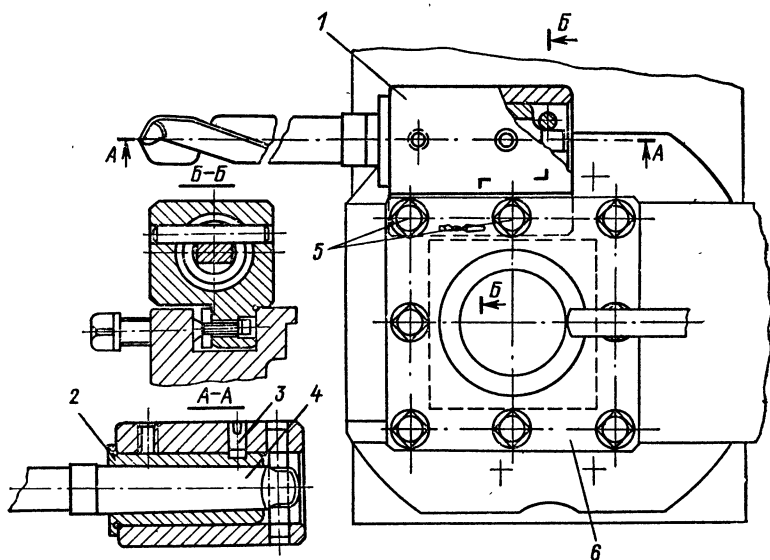


Рис. 31. Держатель для центрального инструмента

Станок снабжен также жестким микрометрическим упором продольного хода.

По особому заказу к станку прилагаются также верхние салазки с механическим перемещением, что позволяет точить на этом станке конусы, используя механическую подачу; приспособление для обработки многогранников; приспособление для многопроходного нарезания резьб; гидрокопировальный суппорт; конусная линейка; задний резцедержатель и некоторые другие универсализирующие станок устройства и части.

4. УХОД ЗА ТОКАРНЫМ СТАНКОМ И БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОТЫ НА НЕМ

Уход за станком. Производительность и точность станка, обусловленные его конструкцией и изготовлением, в значительной степени зависят от ухода за ним. Поэтому токарь обязан систематически очищать станок от стружек, пыли и пр. и регулярно смазывать его. Очистку станка необходимо производить, по крайней

мере, один раз в смену. Тряпкой или лучше концами, смоченными в керосине, смывают со станка грязь и засохшее масло. Если на станке обрабатывались чугунные детали, нужно щеткой всюду смести стружку. После очистки все обработанные поверхности станка следует слегка смазать маслом, чтобы защитить их от коррозии.

Особо важное значение имеет своевременное смазывание всех трущихся частей станка. Необходимо изучить карту смазки станка той модели, на которой токарю предстоит работать.

В корпус коробки скоростей должно быть налито в достаточном количестве масло индустриальное 30. Коробки скоростей многих станков имеют указатели высшего уровня масла, что облегчает наблюдение за количеством последнего. Смазка механизмов коробки скоростей осуществляется во время работы станка разбрызгиванием масла зубчатыми колесами. Смену масла в коробке скоростей рекомендуется производить не реже, чем один раз в месяц. Если станок запускается в работу впервые, то масло, залитое в коробку при пуске станка, необходимо сменить в первый раз через 10 дней его работы, во второй — после 20 дней и лишь после этого перейти на регулярную смену масла. После спуска отработанного масла коробку следует промыть чистым керосином. Заливаемое масло рекомендуется фильтровать через сетку.

Очень тщательно следует смазывать подшипники шпинделя станка. У многих современных станков, в том числе и у рассмотренного выше станка модели 1К62, смазка переднего подшипника шпинделя и фрикционной муфты производится посредством специального электронасоса. Необходимо постоянно наблюдать за его исправностью. Если смазка подшипников фитильная, надо при заполнении проверить исправность фитилей. Для этого необходимо, заполнив каждую масленку маслом, вынуть фитили и посмотреть, проходит ли масло к месту смазывания.

Коробка подач смазывается так же, как и коробка скоростей, разбрызгиванием. Кроме того, иногда для дополнительной фитильной смазки подшипников коробки подач в верхней ее части имеется резервуар для масла. Через фитили и особые трубки масло из этого резервуара поступает к местам смазки. Наиболее ответственные детали фартука, например падающий червяк у станка модели 1А62, смазываются разбрызгиванием масла, заполняющего соответственные резервуары. Все прочие трущиеся поверхности деталей фартука получают фитильную смазку из общих резервуаров, расположенных в верхней части фартука, или через отверстия, закрытые шариком. На станке модели 1К62 механизм фартука смазывается от плунжерного насоса.

Через отверстия смазываются один раз в смену все скользящие поверхности частей суппорта. Не меньше чем один раз в смену необходимо смазывать чистым маслом направляющие станины и частей суппортов, поверхность ходового винта и ходового валика и их подшипники. Направляющие станины и поперечного суппорта

станка модели 1К62 обеспечиваются периодической смазкой струей масла из фартука через специальный краник.

Необходимо также один раз в смену смазывать пиноль и винт задней бабки.

Смазывание некоторых частей станка производится техническим вазелином, которым наполняется масленка, имеющаяся вблизи от смазываемых поверхностей.

Регулировка станка. Исправность действия отдельных частей и точность станка, созданные при его изготовлении, через некоторое время могут быть частично нарушены. Для устранения образовавшихся неисправностей станка необходимо время от времени его регулировать.

Регулировке подлежат подшипники шпинделя, фрикционная муфта, тормоз, пружина падающего червяка (если он имеется), гайка поперечного суппорта (если она регулируемая), а также все планки и клинья частей суппорта.

Любую из указанных регулировок может производить сам токарь, но лишь в том случае, если он безусловно уверен, что хорошо знает правила регулировки, а также приемы проверки станка после регулировки.

Необходимость выполнения этих правил подтверждается следующим простым примером.

Токарь заметил необходимость регулировки прижимных планок продольных салазок суппорта. Он произвел необходимую регулировку, установив при этом суппорт недалеко от передней бабки, т. е. как раз на том участке направляющих станины, которые изнашиваются обычно больше остальных участков. Если он после этого включит автоматическую подачу суппорта в сторону задней бабки, то как только суппорт дойдет до менее изношенного участка, он заклинит. Поломка механизма подачи почти неизбежна. Этого не случится, если токарь после регулировки прижимных планок вручную переместит суппорт по всей длине направляющих станины.

Подобные последствия ошибок токаря возможны и при других регулировках станка.

Безопасность работы на токарном станке. Безопасность работы на токарном станке обуславливается его устройством и различными мероприятиями. Однако травмы токарей и в настоящее время не исключены, чаще в легкой, а в отдельных случаях и в тяжелой форме. Причиной несчастных случаев, как правило, является неосторожность и пренебрежение токарей правилами безопасности при работе на токарном станке.

Чаще всего ранения происходят из-за отлетающей стружки. Известно, что при обработке мягких металлов — латуни, бронзы и т. д. — стружка, как говорят, «фонтанирует». Мелкие кусочки стружки отлетают на большое расстояние от места образования. Даже маленькая стружка может нанести тяжелую травму, если она попадет в глаз. Еще большую опасность представляют стальные стружки, образующиеся при скоростном резании некоторых сталей.

Самая простая защита от мелких отлетающих стружек — это очки (рис. 32, а), а еще лучше прозрачная предохранительная маска (рис. 32, б), закрывающая не только глаза, но и все лицо токаря. Более удобным и надежным средством защиты токаря от отлетающих стружек, даже крупных, является прозрачный экран,

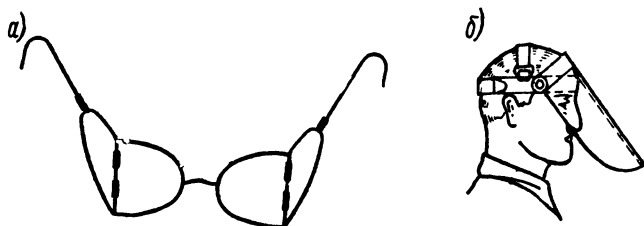


Рис. 32. Защитные очки и предохранительная маска

закрепленный на суппорте. Пример такого экрана показан на рис. 33 в двух положениях — рабочем (сплошные линии) и в откинутом (штрих-пунктирные линии). В последнем положении токарь имеет свободный доступ к обрабатываемой детали для ее установки и снятия, измерения, для смены инструмента и т. д. Перевод экрана в рабочее положение и обратно производится быстро и удобно рукояткой 1.

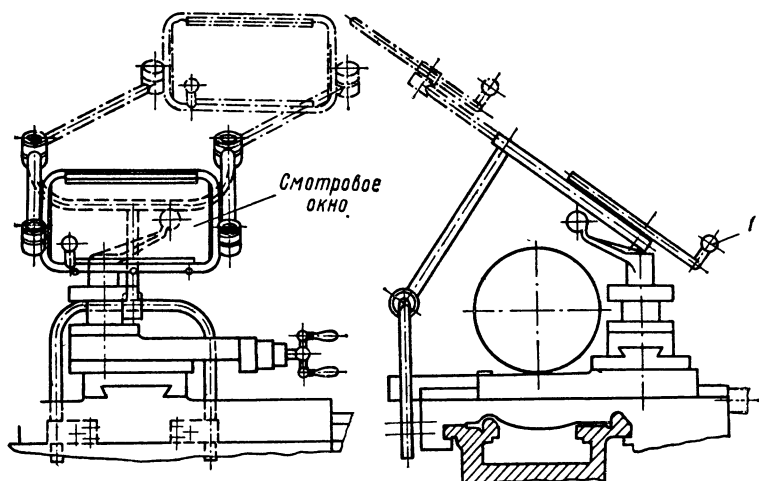


Рис. 33. Защитный откидной экран

На рис. 26, а показано аналогичное устройство для защиты от стружки, поставляемое со станком модели 1К62, где на откидном кронштейне 3 шарнирно закреплен прозрачный щиток-экран 4.

При обработке вязких сталей стружка образуется в виде длинных спиралей, перепутывающихся настолько, что удаление их

становится затруднительным, а при работающем станке — очень опасным. Удалять со станка такие стружки руками нельзя и необходимо применять в этих случаях стальные крючки. Лучше, однако, предупреждать образование подобных стружек, применяя какой-либо из существующих способов стружколомания, рассмотренных на стр. 265.

Несчастные случаи происходят в результате неосторожного обращения с вращающимися частями станка, главным образом зубчатыми колесами. У современных станков зубчатые колеса закрываются кожухами, причем некоторые кожухи делаются съемными. Несчастные случаи, связанные с зубчатыми колесами, почти всегда происходят по неосторожности или небрежности самого рабочего.

Нередко рабочий получает травму непосредственно от обрабатываемой детали, особенно если она имеет выступающие части. И здесь единственная мера защиты — осторожность и плотно облегающая рабочая одежда. Рукава одежды должны плотно охватывать руку рабочего у кисти. Значительное количество несчастных случаев вызывается неосторожным обращением с обрабатываемой деталью при установке ее на станок и при снятии.

При работе с охлаждением, если у станка нет специального корыта, охлаждающая жидкость иногда заливает пол у станка. Чтобы не поскользнуться и не упасть на мокром полу, около станка кладут деревянные решетки. В крайнем случае нужно посыпать пол деревянными опилками.

Неисправность электрической проводки и электрических приборов (реостатов, рубильников) для включения электромоторов и неосторожное с ними обращение также являются причинами несчастных случаев. Согласно правилам техники безопасности, каждый станок должен быть заземлен. О всех замеченных неисправностях электропроводки и электроприборов токарю следует немедленно сообщать администрации цеха.

Необходимо отметить, наконец, что причиной травмирования токаря оказывается иногда приспособление, изготовленное токарем из подручных материалов, без соблюдения требований техники безопасности.

Токарь, в особенности молодой, должен постоянно помнить, что во время работы надо быть очень осторожным. Каждый токарь должен твердо помнить пословицу: «Машина шуток не любит и шуток не прощает».

Глава III

ЗАКРЕПЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАБАТЫВАЕМЫХ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

1. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ, ОБРАБАТЫВАЕМЫХ В ЦЕНТРАХ

Предварительные замечания. На рис. 34 схематически показано закрепление детали 5 в переднем 4 и заднем 6 центрах станка с помощью просверленных в ее торцах центровых отверстий. На конце детали, обращенном к передней бабке станка, закреплен хомутик 3. Посредством поводкового патрона 1, установленного на шпинделе станка, и поводка 2, закрепленного в патроне, вращение шпинделя передается через хомутик обрабатываемой детали (защитный кожух для ясности схемы на рисунке не показан). После того как один конец детали обработан, она снимается с центров, и хомутик переставляется на обработанный конец детали. Затем деталь перевертывается, снова устанавливается в центрах и обрабатывается второй ее конец.

Если центровые отверстия детали, обрабатываемой в центрах, имеют правильную форму и размеры, а центры станка верно обработаны и установлены, поверхности в этой детали, обработанные при первой и второй установках ее, будут концентричными, т. е. будут иметь общую ось.

На большинстве заводов центрование заготовок производят в заготовительных или механических цехах на специальных центровочных станках или на фрезерно-центровальных станках, где одновременно с центрованием фрезеруются торцы заготовки. Однако нередко еще центрование приходится производить самим токарям, используя имеющиеся в их распоряжении средства. Поэтому ниже приводятся соответствующие рекомендации.

Форма и размеры центровых отверстий. Наиболее употребительная форма центровых отверстий показана на рис. 35, а. В центровом отверстии, изображенном на рис. 35, б, кроме рабочего конуса с углом при вершине 60° , имеется дополнительный конус с углом 120° , который служит для защиты рабочего конуса от забоин (при случайных ударах) и называется поэтому предохранительным.

Очень важно, чтобы угол при вершине рабочего конуса был равен 60° . Если этот угол не равен 60° , а центр станка шлифован правильно и имеет угол при вершине 60° , соприкосновение отверстия и центра будет происходить не по поверхности конуса, а по узкой полоске, в связи с чем неизбежны быстрый износ центрального отверстия, отклонение положения детали от правильного и часто брак ее.

Цилиндрическая часть центрального отверстия в торце детали, обращенной к задней бабке, заполняется густой смазкой. Во время работы станка эта смазка прогревается (от теплоты трения между деталью и центром), стремится выйти наружу и хорошо смазывает трущиеся поверхности центра и центрального отверстия.

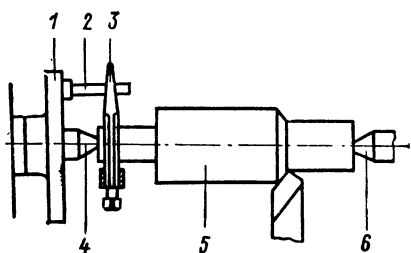


Рис. 34. Закрепление детали в центрах

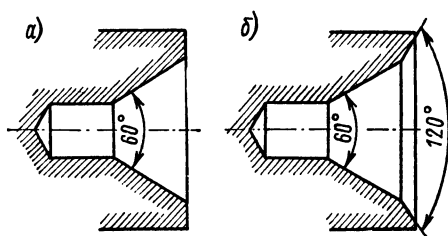


Рис. 35. Центровые отверстия: обыкновенные (а) и с предохранительным конусом (б)

Размеры центровых отверстий не должны быть слишком малы, так как такие отверстия быстро срабатываются; точность установки на центры при этом уменьшается. Центры станка в этом случае также быстро изнашиваются. Слишком большие центровые отверстия портят внешний вид детали. В табл. 4 даны рекомендуемые размеры центровых отверстий.

При пользовании таблицей необходимо руководствоваться следующими правилами:

1) центровые отверстия должны иметь одинаковые размеры в обоих торцах вала даже в том случае, если диаметры концевых шеек вала различны;

2) при легкой работе часто оказывается возможным принять размеры центровых отверстий ближайшие меньшие к предусмотренным таблицей для данного диаметра заготовок и, наоборот, при очень тяжелой работе — ближайшие большие.

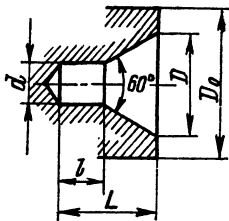
Разметка центровых отверстий. На торцах заготовок, особенно тяжелых, находить положение центровых отверстий можно, пользуясь разметкой. Она осуществляется с помощью обычного циркуля. Установив расстояние между его иглами приблизительно равным радиусу размечаемой заготовки, прижимают большим пальцем

левой руки конец одной ножки к боковой поверхности детали, а иглой другой ножки наносят на торце детали последовательно четыре риски (рис. 36).

Если расстояние между ножками циркуля было установлено больше радиуса детали, эти риски будут иметь вид, показанный

Таблица 4

Размеры центровых отверстий

					
Размеры в мм					
Диаметр заготовки	Размеры отверстия				Наименьший диаметр концевой шейки D_0
	D	d	L	l	
Свыше 5 до 8	2,5	1,0	3,5	1,2	5,0
» 8 » 12	4,0	1,5	4,0	1,8	6,5
» 12 » 20	5,0	2,0	5,0	2,4	8,0
» 20 » 30	6,0	2,5	6,0	3,0	10,0
» 30 » 50	7,5	3,0	7,5	3,6	12,0
» 50 » 80	10,0	4,0	10,0	4,8	15,0
» 80 » 120	12,5	5,0	12,5	6,0	20,0

на рис. 36, а; если оно было меньше радиуса детали, риски будут иметь вид, изображенный на рис. 36, б. Центр детали в том и другом случае лежит внутри этих рисков и без труда может быть намечен на глаз.

Разметку заготовок из точного проката, в особенности, если припуск на обработку невелик, а также обработанных деталей, в которых центровых отверстий почему-либо нет, следует производить при помощи разметочного угольника (рис. 37, а). Штифты 1 и 2 запрессованы в короткой полке этого угольника на одинаковых расстояниях от его кромки АА. Наложив такой угольник на торец детали, проводят на последнем риску. Затем поворачивают угольник на произвольный угол и проводят вторую риску. Пересечение рисков определит центр заготовки. Так же используется угольник, показанный на рис. 37, б. После разметки центровых отверстий

производится накернивание их. Накернивание без разметки у небольших деталей диаметром до 40 мм можно производить с помощью приспособления, показанного на рис. 38.

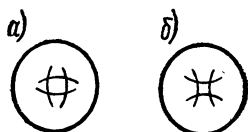


Рис. 36. Положения рисок, получаемых после разметки центрального отверстия

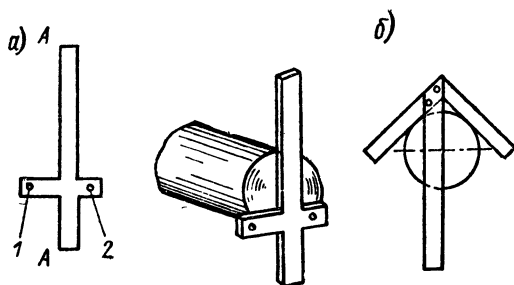


Рис. 37. Разметочные угольники и разметка с их помощью центральных отверстий

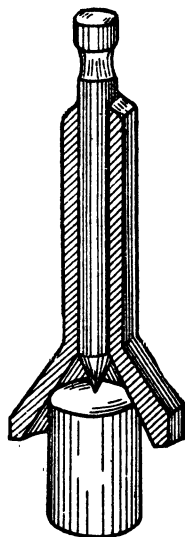


Рис. 38. Приспособление для накернивания центральных отверстий без предварительной разметки

Центровочные инструменты. Сверление центральных отверстий производится спиральным сверлом (рис. 39, а), диаметр которого равен диаметру цилиндрической части центрального отверстия.

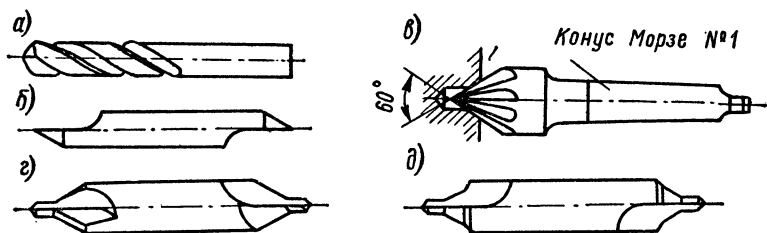


Рис. 39. Центровочные инструменты

Конусная часть центрального отверстия, просверленного сверлом диаметром до 1,5-мм, образуется зенковкой (рис. 39, б). При диаметре цилиндрической части отверстия до 6 мм для обработки конуса используется зенковка, изображенная на рис. 39, в.

Центровое отверстие может быть получено значительно быстрее при использовании комбинированного центровочного сверла, показанного на рис. 39, *г*, а отверстие с предохранительным конусом — сверлом, изображенным на рис. 39, *д*.

Сверление центровых отверстий. Сверление центровых отверстий в небольших заготовках из проката черного или ранее обточенного производится без разметки. Заготовка закрепляется в самоцентрирующем патроне (рис. 40, *а*). В пиноль задней бабки вставляется сверлильный патрон с центровочным инструментом. Просверлив центровое отверстие в одном торце, заготовку переворачивают и сверлят второе отверстие.

Размеченные и закерненные заготовки зацентрируются так: вместо переднего центра в шпиндель станка вставляется патрон с центровочным инструментом. Установив заготовку, как показано на рис. 40, *б*, придерживают ее левой рукой за боковую поверхность (а еще лучше за хомутик, закрепленный посередине детали). Пустив станок в ход и вращая маховичок задней бабки правой рукой, подают заготовку на вращающийся центровочный инструмент. Таким же образом сверлят и второе центровое отверстие.

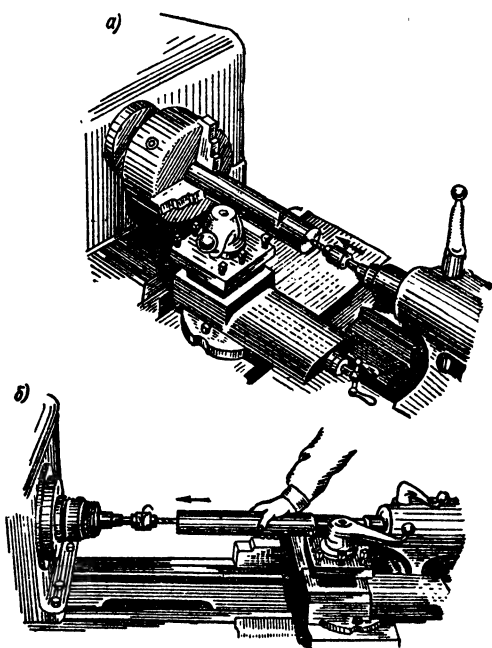


Рис. 40. Сверление центровых отверстий

Обыкновенные центры. Обыкновенный центр показан на рис. 41, *а*. Часть *А* этого центра называется рабочей, а часть *В* — хвостовой. Угол при вершине рабочей части центра должен быть равен 60° . Хвостовая часть центра должна быть точно изготовлена и соответствовать коническим гнездам в шпинделе передней и пиноли задней бабок станка. Поверхности рабочей части и хвостовика центра не должны иметь забоин, при наличии которых положение детали получается неправильным.

Диаметр цилиндрической части *С* хвостовика должен быть меньше меньшего диаметра конуса *В*. При этом условии некоторое увеличение диаметра части *С*, возможное в результате выбивки центра из шпинделя, не отразится на точности его установки.

Центр, показанный на рис. 41, б, служит для установки заготовок малого диаметра — до 4 мм. У таких заготовок вместо центровых отверстий делаются с двух сторон наружные конические поверхности с углом при вершине 60° , а в торце рабочей части центра, как это показано на рисунке, делается центровое углубление. Такие центры называются обратными.

Наличие рифленой поверхности у переднего центра (рис. 41, в) позволяет обрабатывать заготовки с большим центральным отверстием (без помощи поводкового патрона).

Наличие среза *D* у так называемого полуцентра (рис. 41, г), устанавливаемого только в заднюю бабку, дает возможность обрабатывать полностью торец поддерживаемой им детали.

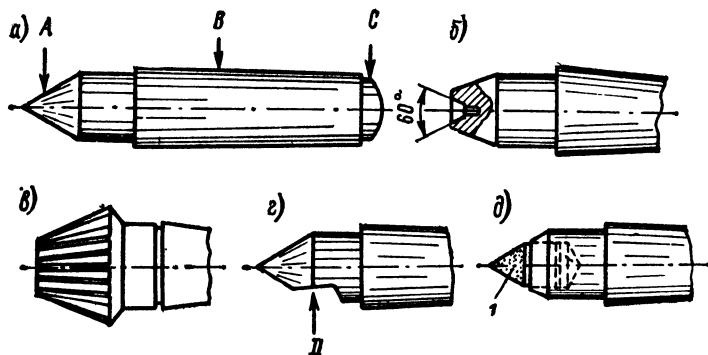


Рис. 41. Виды центров

Во избежание быстрого износа и повреждений (от случайных ударов) центры должны быть закаленными и шлифованными.

Передний центр во время работы станка служит только опорой для обрабатываемой детали, вращается вместе с ней и поэтому не нагревается. Ввиду этого передние центры можно изготовлять из углеродистой инструментальной стали марки У6. Задний центр неподвижен, деталь вращается на нем часто с большой скоростью, вследствие чего центр нагревается, теряет свою твердость и быстро изнашивается. Поэтому задние центры делаются из углеродистой стали марки У8 и У10 или с твердосплавным наконечником 1 (рис. 41, д).

Уход за центрами. Для правильной установки детали необходимо, чтобы ось конуса рабочей части переднего центра точно совпала с осью вращения шпинделя передней бабки. Это можно проверить, если под вращающийся центр положить листок белой бумаги и смотреть на него сверху. Более точная проверка центров производится посредством индикатора, устройство которого рассматривается ниже.

Если оси не совпадают — вершина центра будет перемещаться на величину, которая определяет биение центра. Заметное на глаз

биение недопустимо. В этом случае центр следует заменить или шлифовать на месте, т. е. вставленным в коническое гнездо шпинделя. Шлифование производится при помощи специального устройства с приводом, закрепляемого в резцедержателе суппорта. Верхние салазки суппорта устанавливаются при этом под углом

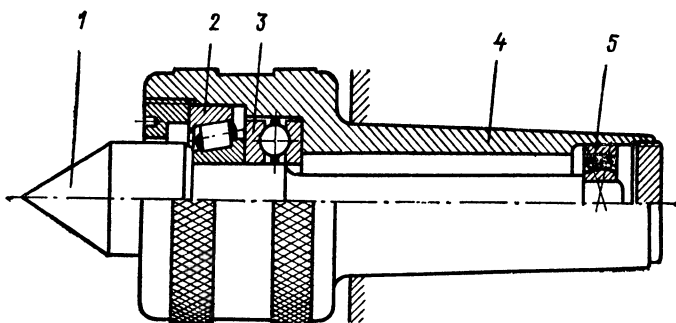


Рис. 42. Вращающийся центр

в 30° к центральной линии станка и перемещение их осуществляется вручную. Правильность угла конуса проверяется шаблоном.

Перед шлифованием станину следует защищать от пыли, образующейся при шлифовании.

Также восстанавливаются задние центры.

Вращающиеся центры. Для предупреждения вредного влияния износа заднего центра, в особенности при скоростном точении, применяются вращающиеся центры различных конструкций. Вращающийся центр показан на рис. 42. Собственно центр 1 в этом случае вращается на роликовом 2 и шариковом 5 подшипниках, расположенных в корпусе 4. Осевые усилия, действующие на центр, воспринимаются упорным подшипником 3.

Хомутики. Токарный хомутик показан на рис. 43, а. Отверстием А он надевается на обрабатываемую деталь и закрепляется на ней болтом 1. Часть 2 хомутика называется хвостом. Такие хомутики бывают разных размеров. Более удобны в работе хомутики самозахватывающей конструкции. Одна из них показана на рис. 43, б. В корпусе 5 на шарнире 4 закреплен хвостовой кулачок 2, имеющий насечку на секторной

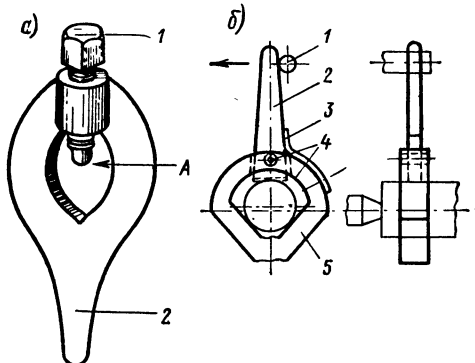


Рис. 43. Хомутики: обыкновенный (а) и самозахватывающий (б)

поверхности, прилегающей к поверхности вала. Пружина 3 обеспечивает заклинивание хомутика после установки его на валу, а палец 1 поводкового патрона — вращение заготовки.

Поводковые патроны. Обыкновенный поводковый патрон показан на рис. 44. Палец-поводок 3 закреплен гайкой 1 в корпусе 2, конструкция которого обеспечивает безопасность работы, поскольку хомутик и палец спрятаны в чаше корпуса.

Практика работы при закреплении детали в центрах. При выборе хомутика необходимо следить за тем, чтобы конец детали, на которую надевается хомутик, свободно входил в отверстие хомутика. В то же время при слишком большом отверстии самозажимной хомутик не работает, а у обыкновенного хомутика зажимной болт

будет скользить по цилиндрической поверхности обрабатываемой детали и согнется.

Если хомутик надевается на обработанный конец детали, то, чтобы не испортить поверхности ее, между деталью и стенками отверстия в хомутике и под зажимной болт его кладут медную прокладку или обертывают конец детали медной полоской.

Перед установкой центров в конические гнезда шпинделя

передней бабки и пиноли задней бабки последние следует тщательно протирать тряпкой, навернутой на деревянную палочку. Не менее тщательно должны быть протерты хвосты центров. Необходимо также протирать (перед каждой установкой детали на центры) рабочие части центров и центровые отверстия в детали. При несоблюдении этих правил соринки и мелкие стружки, попавшие между центром и поверхностями гнезд и центровых отверстий, портят их, а установка детали получается неправильной.

Непременное условие работы в центрах — это хорошая смазка заднего центра. Недостаточно смазать центр только перед установкой детали на станок. Время от времени следует, остановив станок, отвести немного пиноль задней бабки и добавить смазки.

Приводим несколько составов смазки.

1. К тавоту прибавляют немного толченого мела, чтобы получилась не слишком густая смесь.

2. К тавоту прибавляют мелко истолченную горючую серу. Масса получается густая, поэтому полезно разбавлять ее керосином.

При слабо поджатом центре обрабатываемая деталь будет вибрировать. Если центр поджат слишком туго, вся смазка будет выдавливаться и центр «заест». Задний центр считается поджатым правильно, если деталь без усилия можно повернуть на центрах настолько, насколько это позволяет хомутик.

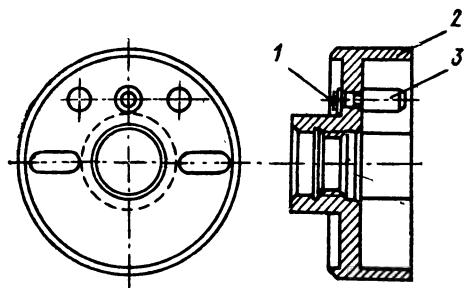


Рис. 44. Поводковый патрон

Для тяжелых работ применяют задний центр с постоянной смазкой (рис. 45). При установке вала конической поверхностью его центрального отверстия нажимают на несколько выступающий торец плунжера 2 и масло из масленки 1 через канал корпуса 4 и канавки А поступает к трущимся поверхностям. При снятии вала пружина 3 возвращает плунжер в исходное положение и каналы подачи масла перекрываются.

Во время обработки деталь нагревается и, удлиняясь вследствие этого, с большой силой нажимает на центры. От возникшего давления или заест центр, или изогнется деталь. Чтобы предупредить

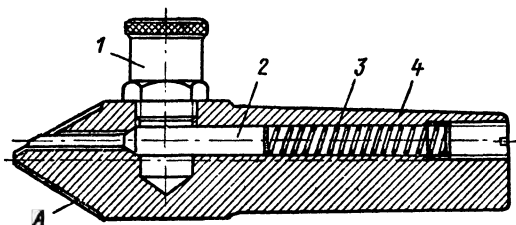


Рис. 45. Задний центр с постоянной смазкой

это, следует периодически проверять силу поджима детали задним центром, в особенности при обработке длинных деталей.

Если в центрах обрабатывается партия деталей, надо иметь два хомутика. В то время, когда производится (при автоматической подаче) обтачивание одной детали, токарь может закреплять хомут на следующей детали, подлежащей обработке.

Детали, закрепляемые в центрах. Деталь, обрабатываемую на токарном станке, необходимо закреплять в центрах в следующих случаях:

1) если обработка детали, например ступенчатого валика, производится на одном станке за несколько установок, причем необходимо совпадение осей обрабатываемых поверхностей (обеспечение концентричности);

2) если последующая обработка детали, например на шлифовальных станках, производится в центрах;

3) если обрабатываемая деталь (например, ходовой винт токарного станка) по условиям своей работы может быть испорчена (износ, прогиб) и для ремонта этой детали необходима установка ее на станок в центрах.

2. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЗА НАРУЖНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ

Трехкулачковые самоцентрирующие патроны. Существует несколько типов самоцентрирующих трехкулачковых патронов с ручным приводом, различающихся между собой устройством для перемещения кулачков. Независимо от особенностей этих устройств

перемещение кулачков патрона во всех случаях происходит одновременно и с одинаковой скоростью. Благодаря этому ось цилиндрической поверхности, предназначенной для закрепления детали в патроне, должна совпасть с осью вращения шпинделя станка.

Наиболее широкое применение получил спиральный самоцентрирующий трехкулачковый патрон (рис. 46). В корпусе 3 этого патрона заложена стальная коническая шестерня 4, на обратной

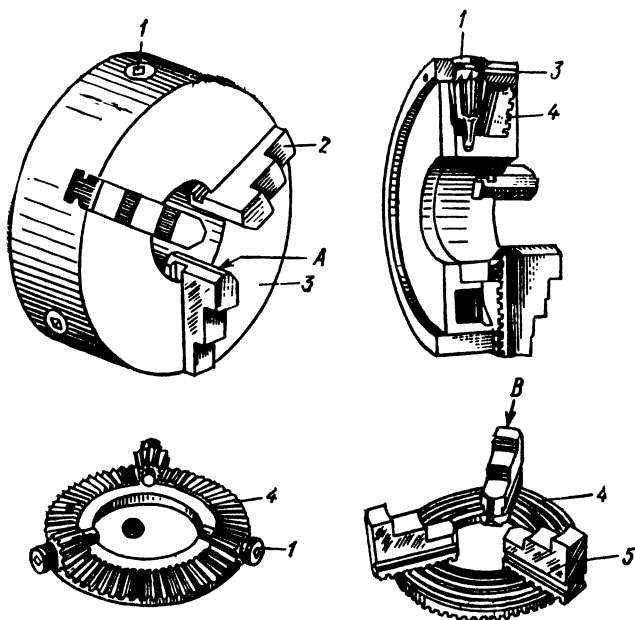


Рис. 46. Самоцентрирующий трехкулачковый патрон и его детали

стороне которой имеется спиральная канавка. На кулачках 2 патрона сделано несколько выступов, которые входят в спиральную канавку шестерни 4. При вращении одной из трех шестерен 1 посредством ключа (квадратный хвост которого входит в такое же отверстие в торце шестерни) вращается шестерня 4. Под действием спирали, нарезанной на обратной стороне этой шестерни, кулачки будут перемещаться в пазах корпуса патрона, что и требуется для закрепления детали.

Рассматриваемый патрон имеет два комплекта кулачков. Один из этих комплектов (кулачки 2) используется для закрепления детали за ее внутреннюю, а другой (кулачки 5) — за ее наружную поверхность.

При небольшом диаметре наружной поверхности, за которую деталь закрепляется в патроне, можно использовать и кулачки 2. Кулачки в этом случае соприкасаются с деталью поверхностями А.

Такой способ особенно часто применяется при изготовлении деталей из прутка, пропущенного через отверстие в шпинделе. Кулачки 5 используются иногда для закрепления детали за поверхность отверстия. Они соприкасаются в этом случае с деталью поверхностями *В* и работают, как говорят, «на разжим».

При замене одного комплекта кулачков другим необходимо вводить в паз корпуса сначала тот кулачок, на котором имеется цифра 1 (или одна точка, намеченная керном). После того как при вращении большой шестерни первый выступ этого кулачка войдет в спиральную канавку, можно вводить в следующий паз кулачок с цифрой 2, а затем (в последний паз) кулачок с цифрой 3. При правильной сборке патрона все кулачки, доведенные вращением большой шестерни до центра, должны плотно касаться друг друга. При неправильной сборке патрона коснутся только два кулачка, а третий не будет касаться остальных.

В этом случае следует вывести все кулачки и ввести их снова в пазы корпуса патрона, как это было указано выше.

Биеение точно обработанной детали, закрепленной в новом спиральном патроне, составляет 0,06—0,12 мм (в зависимости от диаметра патрона). Величина этого биеения быстро возрастает вследствие износа рабочих поверхностей спирали шестерни и выступов

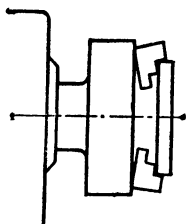


Рис. 47. Положение детали, закрепленной в патроне с изношенными пазами для кулачков

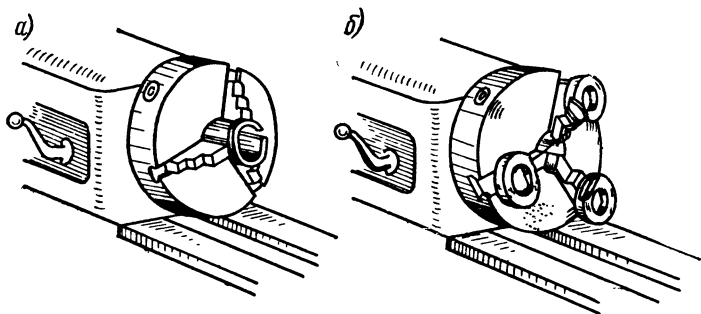


Рис. 48. Разрезная втулка (а) и накладные кольца (б), повышающие точность центрирования патроном

кулачков. Точность центрирования патроном зависит и от состояния пазов, по которым перемещаются кулачки. При износе этих пазов кулачки при закреплении детали отходят от корпуса патрона (рис. 47) и положение детали получается неправильным.

Для повышения точности центрирования патроном можно пользоваться чугунной разрезной втулкой (рис. 48, а).

Эту втулку, обработанную начерно, разрезают, зажимают в кулачки патрона и растачивают по диаметру детали, которая будет в ней обрабатываться. На время растачивания в место

разреза кладут медную прокладку, которая после растачивания вынимается.

Положение втулки относительно кулачков должно быть постоянным, поэтому на втулке и на каком-либо кулачке надо сделать отметки мелом или закернить. Лучше, однако, если в боковую поверхность втулки ввернуть небольшой винт, который во время работы должен плотно прилегать всегда к какому-нибудь одному из кулачков патрона. Запечник у втулки следует делать для того, чтобы она не смещалась вдоль оси патрона.

При больших размерах детали разрезная втулка плохо пружинит. В этих случаях также с целью улучшения центрирования на кулачки патрона надеваются и закрепляются стопорными винтами чугунные кольца (рис. 48, б). Головки винтов не должны выступать над поверхностью колец. Установив кулачки в положение, близкое к требуемому для закрепления данной детали, делают в кольцах выточку по диаметру детали.

Разрезная втулка и кольца повышают точность установки детали и, кроме того, предохраняют поверхность ее от повреждений кулачками патрона.

Расширение пределов применения трехкулачкового патрона. Для закрепления некоторых деталей, например, длинных (рис. 49, а), или, наоборот,

Рис. 49. Накладные кулачки к самоцентрирующему патрону

коротких, но больших диаметров (рис. 49, б), могут быть очень полезны специальные накладные кулачки, подобные показаным на рисунках. На этих рисунках: 1 — корпус патрона; 2 — основные кулачки; 3 — накладные кулачки; 4 — обрабатываемая деталь.

Накладные кулачки часто изготовляют сырыми (незакаленными), что дает возможность протачивать рабочие поверхности кулачков после их закрепления на основных кулачках. Такое протачивание обязательно после установки вновь изготовленных накладных кулачков, но его полезно делать и время от времени при дальнейшем использовании патрона. Протачивание кулачков следует производить на том станке, на котором будет работать данный патрон. При простой форме рабочих поверхностей кулачков они могут быть и закаленными. Рабочие поверхности их следует шлифовать, используя для этого переносную шлифовальную машинку.

Детали, закрепляемые в трехкулачковом самоцентрирующем патроне. Из сказанного выше вытекает, что деталь, обрабатываемую на токарном станке, следует закреплять в трехкулачковом самоцентрирующем патроне в следующих случаях:

1) если деталь имеет цилиндрическую поверхность (наружную или внутреннюю), за которую она может быть достаточно прочно закреплена в патроне;

2) если обработка детали может быть выполнена при ее закреплении, которое не требует большого усилия, вредного для патрона;

3) если при обработке поверхностей детали, наиболее удаленных от патрона, установка ее не нарушается и сама деталь не будет погнута;

4) если вся обработка детали, закрепленной в патроне, может быть выполнена за одну установку;

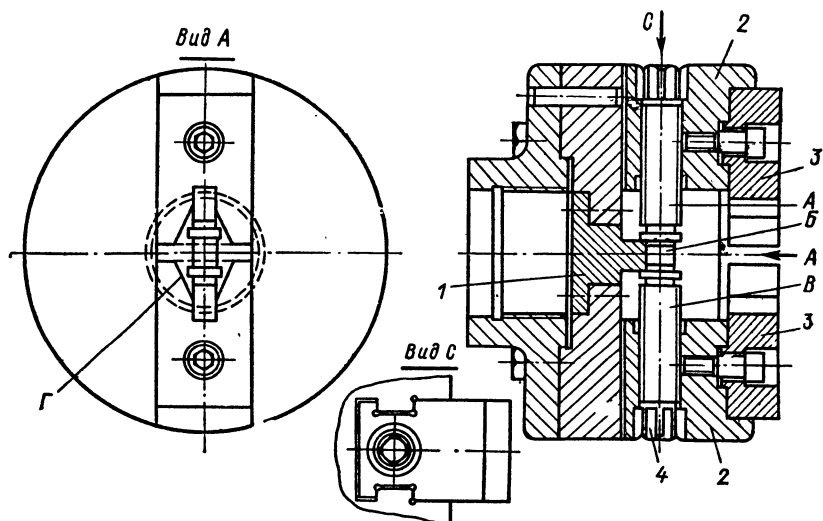


Рис. 50. Двухкулачковый самоцентрирующий патрон

5) если обработка детали выполняется за несколько установок, но строгой concentricity поверхностей ее, обрабатываемых при разных установках, не требуется.

Длинные детали, закрепленные в трехкулачковом самоцентрирующем патроне, следует поддерживать задним центром.

Двухкулачковые самоцентрирующие патроны. Перемещение основных кулачков 2 этого патрона (рис. 50) осуществляется посредством винта 4, один конец которого, например А, имеет правую резьбу, а другой, В, — левую. Соответствующие резьбы имеются в кулачках 2. В средней части винта патрона сделана шейка Б с заплечиками, охватывающими полуподшипник 1. Полуподшипник прикреплен к корпусу патрона. Поэтому винт при вращении его посредством ключа за квадратный конец (любой) осевого перемещения не имеет, а перемещаются с одинаковой скоростью основные кулачки 2 с прикрепленными к ним накладными кулачками 3.

На рис. 51 изображены примерные конструкции деталей, обрабатываемых с помощью двухкулачковых патронов. Из их рассмот-

рения нетрудно убедиться, что трехкулачковые патроны не пригодны для обработки таких деталей.

Форма накладных кулачков 3 (рис. 50), изготовленных специально применительно к обработке одной или нескольких деталей, позволяет обеспечить их центрирование при установке и закреплении. Для детали, изображенной на рис. 51, б (симметричной относительно оси OO), накладные кулачки имеют одинаковые вырезы по контуру Γ (рис. 50), а второй детали (рис. 51, а) — разные, поскольку одинаковые кулачки не обеспечат симметричной установки такой детали относительно оси OO .

В двухкулачковых патронах можно в отдельных случаях центрировать и закреплять детали и по цилиндрическим поверхностям.

Детали, закрепляемые в двухкулачковом самоцентрирующем патроне. Этот патрон следует применять в следующих случаях:

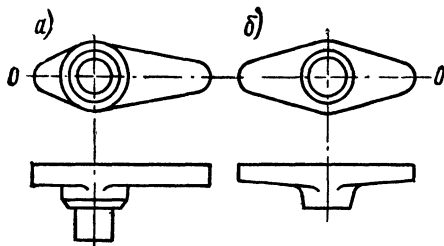


Рис. 51. Примеры типичных деталей, обрабатываемых в двухкулачковом патроне

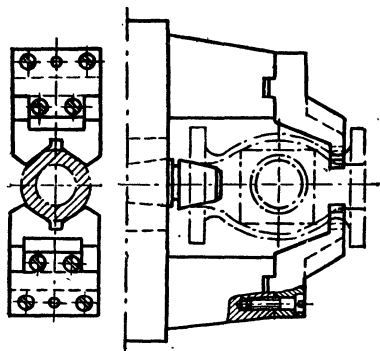


Рис. 52. Пример наладки двухкулачкового патрона

1) если поверхность, за которую закрепляется и с помощью которой центрируется деталь, имеет нецилиндрическую форму, но симметричную хотя бы относительно одной оси;

2) если поверхность, за которую закрепляется и с помощью которой центрируется деталь, имеет цилиндрическую форму, но кулачки трехкулачкового патрона не имеют доступа к этой поверхности и нужны накладные кулачки специальной формы, например такие, как это показано на рис. 52.

Четырехкулачковые патроны с независимым перемещением кулачков. Кулачки 1 этого патрона (рис. 53) входят своими квадратными выступами 4 в пазы патрона и удерживаются в них гайками 2, которые должны быть затянуты настолько, чтобы кулачки могли перемещаться без излишней и вредной слабину. Для перемещения кулачков служат винты 3 с квадратными головками А, проходящие через выступы кулачков. Эти винты не имеют осевых перемещений, так как они упираются нижним концом в стенку паза, а заплечиком, сделанным вблизи квадратного конца, — в обод патрона. Квадратные головки винтов находятся в углублениях, сделанных в ободе патрона, и не должны выступать над ним (в целях безопасности).

На передней стороне патрона нанесены круговые риски на расстоянии 10—15 мм одна от другой. Пользуясь этими рисками, можно быстро устанавливать все кулачки на одинаковом расстоянии от центра патрона. На рис. 53 кулачки поставлены для закрепления детали за наружную поверхность. В случае необходимости кулачки можно перевернуть и закрепить обрабатываемую деталь за внутреннюю поверхность.

Существенный недостаток четырехкулачковых патронов — длительность проверки положения закрепляемых в них деталей, которая, однако, сокращается по мере накопления опыта.

Проверка установки детали, обрабатываемой в четырехкулачковом патроне. Эта проверка производится по боковой или по торцевой поверхности устанавливаемой детали или по обеим поверхностям.

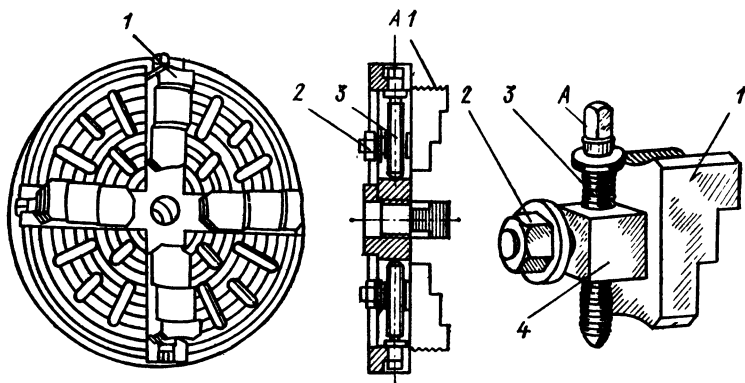


Рис. 53. Четырехкулачковый патрон

Проверку установки детали, изготовляемой из грубой отливки или поковки, по боковой необработанной поверхности следует производить мелом. Для этого, пользуясь круговыми рисками, грубо устанавливают деталь в патроне и, предварительно закрепив ее, пускают станок в ход на тихих оборотах. Затем подводят к детали кусок мела. Мел обычно берут в правую руку и поддерживают ее для большей устойчивости левой. Руки должны быть расположены относительно детали так, как изображено на рис. 54, а. Ни в коем случае не следует держать руки так, как показано на рис. 54, б, потому что при слишком сильном нажатии на поверхность детали мел может «подхватить», что вызывает нередко повреждение руки. Лучше опереть руку на зажатый в резцедержателе и подведенный к устанавливаемой детали резец.

Мел, коснувшись детали, отметит ту часть поверхности, которая наиболее удалена от оси вращения, и поэтому деталь надо сместить в сторону, противоположную меловой отметке. Для этого останавливают станок, освобождают одни кулачки и поджимают другие. Обрабатываемая деталь смещается в сторону ослабленных кулачков.

После этого пускают станок в ход, снова посредством мела определяют «высокое» место, и т. д. до тех пор, пока мел не будет касаться детали со всех сторон равномерно.

На рис. 55 показаны три характерных случая положения меловой риски на боковой поверхности проверяемой детали. На рисунке

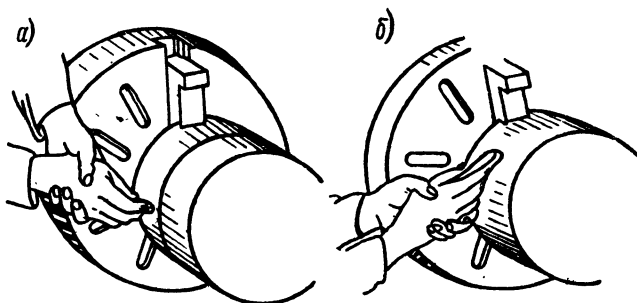


Рис. 54. Проверка положения детали, закрепленной в четырехкулачковом патроне «по мелу»

цифрами 1, 2, 3, 4 обозначены кулачки патрона, 5 — обрабатываемая деталь, 6 — меловые риски и 7 — стрелки, указывающие направление, в котором должна быть смещена деталь.

Если риска расположена по рис. 55, а, т. е. симметрично относительно кулачка 4, необходимо слегка освободить (равномерно)

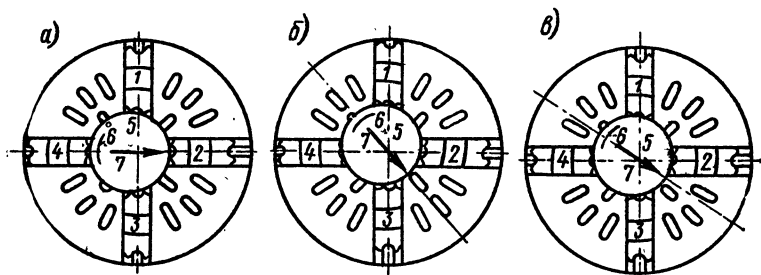


Рис. 55. Направления смещения детали при проверке ее положения в патроне

кулачки 1 и 3, несколько больше ослабить кулачок 2, поджать кулачок 4 и снова закрепить кулачки 1 и 3.

При расположении риски точно посередине между двумя кулачками, например между кулачками 4 и 1 (рис. 55, б), для правильной установки детали необходимо одинаково ослабить кулачки 2 и 3 и поджать кулачки 4 и 1.

Когда риска располагается так, как показано на рис. 55, в, следует немного освободить кулачок 3, несколько больше кулачок 2 и после этого закрепить кулачки 1 и 4.

Предварительную проверку установки по боковой поверхности деталей, изготавливаемых из более точных заготовок (штамповка, прокат), надо производить также по мелу, но окончательная проверка таких деталей (учитывая малый припуск) осуществляется при помощи рейсмуса. Его устанавливают или на суппорт станка, или на стальную плитку, положенную на станину (рис. 56). Загнутый конец иглы рейсмуса подводят к поверхности проверяемой детали так, чтобы между этой поверхностью и концом иглы был просвет 0,3—0,5 мм. Затем медленно вращают деталь и наблюдают, как изменяется величина этого просвета. Изменяя установку детали (перемещая для этого кулачки патрона, как указано выше), добиваются того, чтобы изменение просвета было возможно меньшим. После этого закрепляют деталь окончательно.

Иногда оказывается необходимым проверить правильность установки детали по торцевой обработанной поверхности. В этом случае поступают так же, как и при проверке (рейсмусом) установки детали по боковой поверхности. Чем ближе будет расположен конец иглы к поверхности детали, тем точнее будет проверена установка ее.

Заметим в заключение, что при всех указанных выше проверках установки детали при помощи рейсмуса изменение просвета между его иглой и поверхностью детали наблюдается отчетливее, если сзади иглы держать листок белой бумаги.

Более точная проверка положения детали по ее обработанной поверхности производится при помощи индикатора. Общий вид и некоторые детали индикатора показаны на рис. 57.

В основании 9 индикатора (рис. 57, а) посредством накатанной гайки 10 закрепляется стойка 8, на которой при помощи зажима 4 удерживается стержень 2. Этот стержень зажимом 1 соединен со стержнем 5, на котором посредством зажима 6 закреплен индикатор 3 с кнопкой 7. Ослабив винты зажимов 1, 4 и 6, а также гайку 10, можно установить индикатор 3 в любом положении. Затем следует закрепить эти зажимы. Кнопка 7 является (рис. 57, б) концом стерженька 16, который проходит через корпус индикатора. На части стерженька, расположенной внутри корпуса, нарезаны зубья, образующие рейку, сцепленную с маленькой шестерней 12. При перемещении стерженька 16 вдоль оси шестерня 12 вращается, и ее вращение через шестерни 11 и 13 передается оси, на которой закреплена стрелка 15. Конец стрелки расположен над шкалой, каждое деление которой соответствует перемещению стерженька 16 на 0,01 мм. Под действием пружинки 14 стерженек 16 отводится вниз и кнопкой 7 прижимается к проверяемой поверхности.

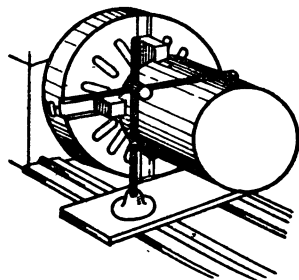


Рис. 56. Проверка положения детали, закрепленной в четырехкулачковом патроне рейсмусом

Установив основание индикатора на суппорт станка или плиту, положенную на станину, подводят кнопку индикатора к поверхности проверяемой детали и медленно поворачивают последнюю. При правильном положении детали стрелка индикатора не должна отклоняться от первоначального положения.

Детали, закрепляемые в четырехкулачковом патроне. Этот патрон применяется при закреплении детали за наружную цилиндрическую поверхность в случаях:

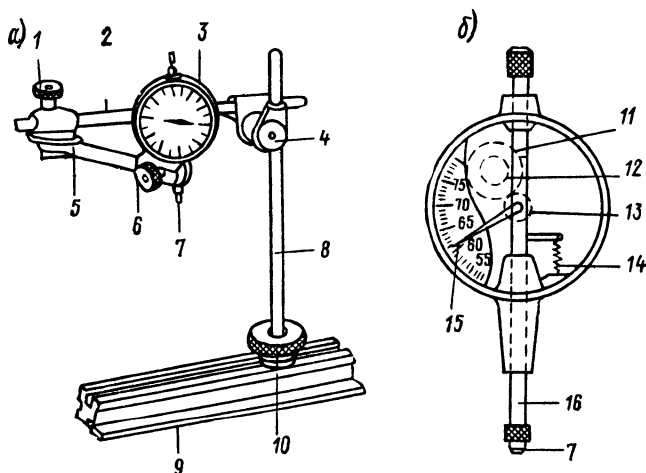


Рис. 57. Стойка с индикатором (а) и устройство индикатора (б)

1) если обработка детали производится при большом зажимном усилии;

2) когда закрепление детали производится за необработанную или нецилиндрическую поверхность;

3) если обработка детали в самоцентрирующих (трехкулачковом или двухкулачковом) патронах невозможна, например, когда они малы по размерам, при сложной конфигурации деталей и т. п.;

4) когда требуется обеспечить точное положение детали, устанавливаемой по ранее обработанной поверхности (с помощью рейсмуса или индикатора, например при ремонте тяжелых деталей).

Четырехкулачковые патроны, как это показано ниже, находят применение и в других случаях, например, когда у детали обрабатываемая поверхность (наружная или внутренняя) смещена относительно цилиндрической поверхности, используемой для закрепления и т. д.

Уход за патронами. Независимо от конструкции патрона его точность и срок службы зависят от ухода за ним.

Если патрон не нужен, его следует протереть сухой тряпкой (особенно пазы для кулачков, и особо тщательно, если в нем обрабатывалась чугунная деталь), защитить концами нарезанное отверстие

в патроне и открытые части пазов для кулачков от попадания пыли. Время от времени патрон надо разбирать и очищать. Перед установкой патрона на шпиндель станка следует протереть шпиндель сухой тряпкой, затем тряпкой, смоченной в керосине, и, наконец, слегка смазать чистым маслом (для облегчения свертывания патрона, если он крепится на резьбовом конце шпинделя). Резьбу в патроне перед каждым наворачиванием его на шпиндель станка также необходимо тщательно прочищать.

3. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ЗА ОТВЕРСТИЕ

Самоцентрирующие и четырехкулачковые патроны. Трехкулачковые самоцентрирующие и четырехкулачковые патроны с независимым перемещением кулачков, рассмотренные выше, применяются и для закрепления деталей за цилиндрическое отверстие. Область применения тех или других патронов в данном случае определяется в основном признаками, указанными выше. Весьма редко для этой цели применяются двухкулачковые патроны.

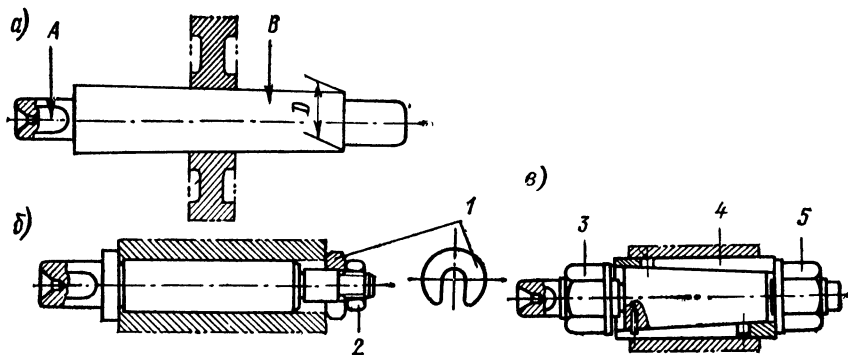


Рис. 58. Цельные (а, б) и цанговая (в) центровые оправки

Необходимо отметить, что при закреплении детали за обработанное отверстие вместо патронов чаще пользуются оправками, в особенности при небольших размерах отверстий и обработке деталей партиями.

Цельные и цанговые оправки. Самая простая оправка показана на рис. 58, а. Средняя (рабочая) часть этой оправки — конус с очень небольшой конусностью, обычно около $1/2000$. Чем точнее отверстие в устанавливаемой детали и чем чище его поверхность, тем меньше может быть конусность и тем лучше центрирует оправка. Меньший диаметр D конусной части B делается несколько меньше наименьшего возможного диаметра отверстия. Лыска A на левом конце оправки делается для более удобной установки на ней хомутика.

Центровыми отверстиями оправка устанавливается в центры станка. Обрабатываемая деталь держится на такой оправке только силой трения, поэтому должна быть насажена на нее достаточно плотно. Оправка вводится в деталь ударами молотка (медного или свинцового) или же при помощи специального пресса, причем предварительно оправку следует слегка смазать маслом.

Такого рода оправки можно применять только при легких работах. Основной недостаток этих оправок заключается в том, что положение детали на оправке зависит от действительного диаметра

отверстия. Указанное обстоятельство исключает возможность применения этих оправок, если обработка деталей производится по упорам

Такого недостатка не имеет оправка, изображенная на рис. 58, б, так как деталь, упираясь в буртик, занимает вполне определенное положение на оправке. Деталь надевается на такую оправку и удерживается на ней трением, возникающим на торцах при наворачивании гайки 2. Шайба 1 имеет вырез; гайка 2 делается меньше диаметра отверстия. Поэтому, чтобы снять деталь с оправки, достаточно отвернуть гайку на один-два оборота и убрать шайбу. Недостаток таких оправок — неточность центрирования, вызываемая наличием зазора между деталью и оправкой. Использование оправок по рис. 58, а, б

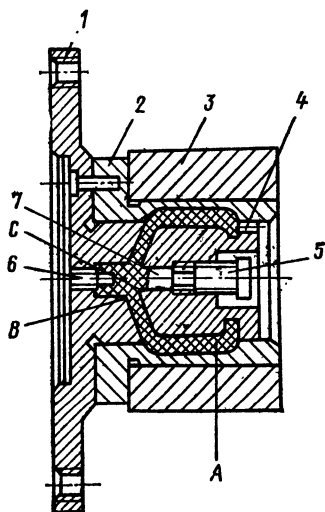


Рис. 59. Оправка с гидропласт-массовым наполнителем

целесообразно при точности отверстий в устанавливаемых на них деталях не ниже 2-го класса.

При менее точных отверстиях применяют разжимные оправки различных конструкций. Одна из таких оправок — цанговая — показана на рис. 58, в. Цанга 4 представляет собой втулку с коническим отверстием и цилиндрической наружной поверхностью. Пружинящее свойство цанги обеспечивается продольными надрезами (по два, три, иногда четыре с каждой стороны), расположенными в чередующемся порядке. При завинчивании гайки 5 цанга, перемещаясь влево, расширяется, чем и достигается закрепление детали. Для снятия детали необходимо немного отвернуть гайку 5. После этого посредством гайки 3 цанга 4 может быть перемещена вправо настолько, что деталь снимается с оправки свободно.

Оправка с упругой оболочкой. Оправка (рис. 59) устроена и работает следующим образом. На корпус 1 оправки напрессована втулка 2, центрирующая и закрепляющая обрабатываемую деталь 3. Для этого на боковой поверхности корпуса 1 и на внутренней поверхности втулки сделаны выточки, образующие кольцевую

полость *A*. Несколькими наклонными отверстиями *B* полость *A* соединена с камерой *C*. Полость *A*, наклонные отверстия *B* и камера *C* заполнены гидропластом¹ (на рисунке сетчатая штриховка). При вращении винта 5 плунжер 7 перемещается влево, выдавливая (через отверстия *B*) гидропласт в полость *A*. Диаметр тонкой стенки втулки 2 при этом увеличивается, а деталь 3 центрируется и закрепляется достаточно прочно для ее обработки. Перемещение плунжера 7 ограничивается винтовым упором 6. Регулировка упора

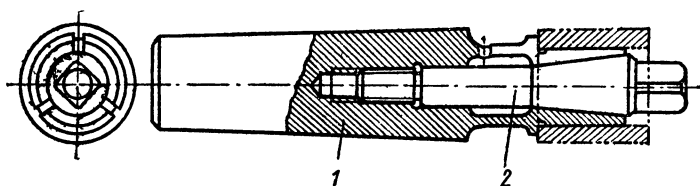


Рис. 60. Шпиндельная разжимная оправка

производится по втулке-калибру, диаметр отверстия в которой несколько больше наибольшего предельного диаметра отверстия в обрабатываемой детали. Пробка 4 закрывает отверстие, через которое выходит воздух при заливке в оправку расплавленного гидропласта. Посадка детали на оправку — движения или скользящая 2-го класса точности; точность центрирования — 0,01—0,03 мм.

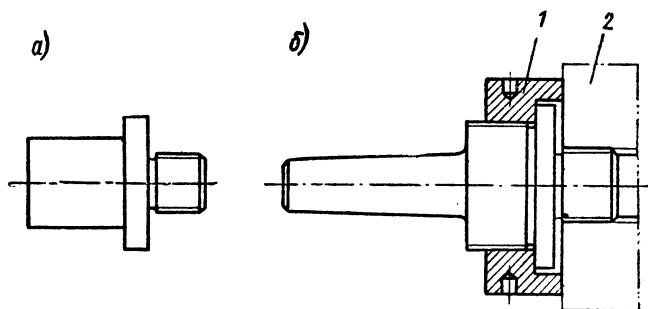


Рис. 61. Оправки для закрепления деталей за резьбовое отверстие

Шпиндельные оправки. При использовании оправки, показанной на рис. 60, обрабатываемая деталь закрепляется на разжимной части корпуса 1 оправки. Эта часть оправки имеет три надреза; разжим ее осуществляется под действием конической части болта 2, ввертываемого при помощи ключа в корпус 1 оправки. Конический хвост корпуса оправки входит в коническое гнездо шпинделя станка.

¹ Гидропласт — резинообразная масса с температурой плавления 130—140° С.

Оправки для закрепления за резьбовое отверстие. В самом простом случае для закрепления детали за резьбовое отверстие используется оправка (рис. 61, а), на резьбовую часть которой наворачтывается обрабатываемая деталь. За гладкую часть оправка закрепляется в трехкулачковом самоцентрирующем патроне. Недостаток такого способа закрепления деталей — затруднения при их снятии после обработки. Невелика и точность центрирования.

Оправка, изображенная на рис. 61, б, не имеет этого недостатка. На левом конце ее корпуса нарезана левая резьба с крупным шагом, охватываемая гайкой 1. Перед наворачтыванием на оправку обрабатываемой детали 2 гайка должна быть плотно прижата к заплечику, имеющемуся на корпусе оправки. Чтобы без труда свернуть обработанную деталь, достаточно немного освободить гайку 1. В этом случае заплечик на корпусе оправки обеспечивает постоянное положение в осевом направлении гайки 1, а следовательно, и обрабатываемой детали 2. Следует учитывать, что точность центрирования по резьбе всегда низкая.

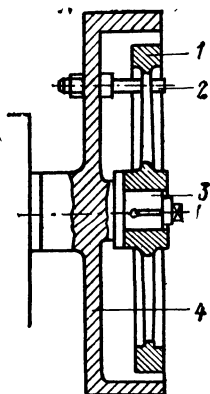


Рис. 62. Закрепление детали на оправке с использованием поводкового патрона:

1 — обрабатываемая деталь (заготовка зубчатого колеса); 2 — поводок патрона; 3 — оправка; 4 — поводковый патрон

Общие замечания об обработке на оправках. Чем проще конструкция оправки, тем точнее (в отношении концентричности) получаются обработанные с ее помощью детали. Лучшая точность центрирования самой оправки на станке свойственна центровым оправкам по сравнению со шпиндельными.

При обработке длинных деталей необходимо применять центровые оправки, причем в то время, когда производится обтачивание детали (при автоматической подаче резца), надо подготавливать к обработке следующую деталь. При таком способе работы необходимо иметь две оправки, чем достигается иногда значительная экономия вспомогательного времени. При шпиндельных оправках так работать, очевидно, нельзя. С другой стороны, установка детали на шпиндельные оправки удобнее, и закрепление на них детали осуществляется быстрее, чем на центровых.

Применение при работе на оправках поводкового патрона. При обработке на оправке детали большого диаметра и особенно при большом сечении снимаемой стружки возможно провертывание детали на оправке. Во избежание этого следует пользоваться приемом, изображенным на рис. 62. В этом случае вращение шпинделя передается обрабатываемой детали не за счет трения ее на оправке, а поводком патрона.

Глава IV

ШЕРОХОВАТОСТЬ И ТОЧНОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ОБРАБАТЫВАЕМЫХ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

1. ЖЕСТКОСТЬ И ВИБРАЦИИ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Общие понятия. При токарной обработке деталей необходимо считаться с жесткостью¹ станка (в основном суппорта, передней и задней бабок), приспособления, резца или другого режущего инструмента, а также обрабатываемой детали или, как говорят, с жесткостью упругой системы станок — приспособление — инструмент — деталь, а еще короче — с жесткостью системы СПИД.

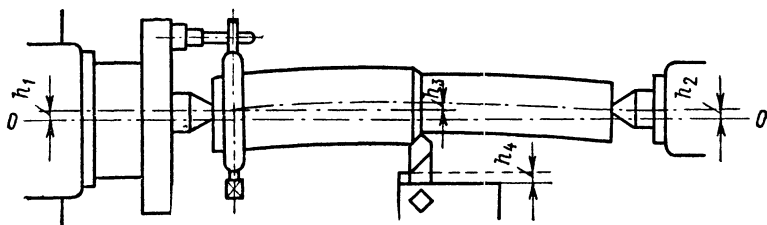


Рис. 63. Пример недостаточной жесткости системы СПИД

Пример такой системы в нагруженном состоянии схематически показан на рис. 63, на котором линия OO изображает ось ненагруженного станка. Под действием сил резания передний центр станка смещен (отжат) от своего нормального положения на величину h_1 , а задний — на величину h_2 . Под действием той же силы деталь прогнулась, причем стрелка прогиба детали составляет величину h_3 , а суппорт отжат на величину h_4 .

Отклонения (отжимы), получающиеся вследствие недостаточной жесткости отдельных составляющих системы СПИД, всегда имеют место, причем величины каждого из них в отдельных случаях различны. Если величина всех отклонений ничтожна, форма детали,

¹ Жесткостью при резании называется способность станка, приспособления, режущего инструмента, а также обрабатываемой детали сопротивляться действующей на них силе резания.

а также размеры обрабатываемых поверхностей и шероховатость их получаются соответствующими предъявляемым к ним требованиям. Если жесткость нескольких или хотя бы одной из составляющих рассматриваемой системы недостаточна, получают неудовлетворительные результаты обработки и возникают вибрации, препятствующие нормальному резанию; станок, как говорят, «дробит». Очевидно, что при небольшой силе резания недостаточная жесткость системы СПИД сказывается в меньшей мере, чем при большой нагрузке.

Причины недостаточной жесткости станка, приспособления, режущего инструмента и обрабатываемой детали. Многочисленными опытами установлено, что жесткость станка зависит не столько от жесткости его деталей, сколько от тщательности сборки и регулировки его узлов. Например, детали суппорта некоторых станков, сами по себе достаточно жесткие, при недостаточно качественной сборке образуют нежесткую сборочную единицу — суппорт. Недостаточная жесткость суппорта может быть следствием и других причин: неправильной регулировки клиньев, расположенных между направляющими продольных и поперечных салазок суппорта; непрямолинейности вследствие износа этих направляющих и т. д. В результате действия всех этих причин происходит так называемый отжим суппорта, а следовательно, и резца.

Примерно те же причины могут вызвать и недостаточную жесткость приспособления — 3, 4 или 2-кулачкового патрона или специального приспособления. На их жесткость также влияют качество сборки и износ.

Отжим режущего инструмента в разных случаях обработки деталей на станках также может быть более или менее значительным и различно отражающимся на форме и размерах обрабатываемых деталей. Причины отжима резца — выбор малого сечения его при большой длине свешивающейся части, недостаточно прочное закрепление и т. д.

Жесткость детали обуславливается ее размерами и конструктивными особенностями. Однако существует ряд способов, обеспечивающих возможность резко повысить жесткость обрабатываемой детали в процессе обработки.

Примеры таких способов — использование заднего центра при обработке даже не очень длинных деталей, применение люнетов при обтачивании очень длинных и тонких деталей и т. д.

Изменение жесткости в процессе резания. В процессе обработки на одном и том же станке одной и той же детали жесткость системы СПИД может изменяться.

В процессе обработки силы резания непостоянны ввиду переменного (например, вследствие изменяющейся глубины резания при обдирке отливки) сечения снимаемой стружки и неравномерной твердости материала обрабатываемой детали. Они увеличиваются также по мере затупления резца. Очевидно, что с увеличением сил резания увеличивается отжим суппорта. При неравномерном из-

носе, например направляющих поперечных салазок суппорта, величина отжима будет различной при разных положениях этих салазок.

Недостаточная жесткость задней бабки в большей мере заметна в начале, а передней — в конце обработки вала. Недостаточная жесткость детали, установленной в центрах, сказывается в наибольшей степени, когда резец снимает стружку в середине ее. Недостаточная жесткость резца особенно ощущается в моменты возникновения наибольших усилий резания.

Явления, возникающие в результате недостаточной жесткости системы СПИД. Предположим, что в центрах токарного станка с жесткими бабками (передней и задней) обрабатывается вал. Под действием сил резания вал будет, очевидно, прогибаться (как бы отходить от резца), причем величина этого прогиба будет наибольшей, когда резец будет снимать стружку в середине длины

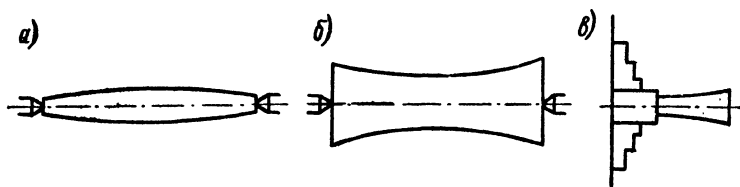


Рис. 64. Форма нежесткого вала (а), обработанного в центрах токарного станка с жесткими бабками; жесткого вала (б), обработанного на станке с нежесткими бабками; нежесткого вала (в), обработанного в патроне без поддержки задним центром

вала. В результате этого диаметр вала в среднем сечении получится больше, чем у его концов. Вал будет иметь бочкообразную форму, показанную на рис. 64, а в увеличенном виде. Значение величины прогиба, а следовательно, отступления от цилиндричности вала зависят от его размеров, размеров снимаемой стружки, углов резца, формы его передней поверхности и других условий. Форма жесткого вала, обработанного на станке с нежесткими бабками, показана на рис. 64, б. Если обрабатываемый вал закреплен в патроне и не поддерживается задним центром, форма его получается подобно изображенной на рис. 64, в. Такая форма вала получается вследствие его недостаточной жесткости, недостаточной жесткости патрона или передней бабки станка или от одновременного действия этих причин.

Здесь же следует отметить возможность искажения формы обрабатываемой поверхности, получающейся при закреплении детали на станке, что часто наблюдается при обработке тонкостенных деталей. Предположим, например, что стальное упругое кольцо (рис. 65, а) для обработки внутренней поверхности закреплено в трехкулачковом патроне. Под действием зажимного усилия (кулачков патрона) кольцо это примет форму, показанную (преувеличенно) на рис. 65, б. После обработки внутренняя поверхность

кольца будет иметь цилиндрическую форму (рис. 65, в). Однако после того как кулачки патрона будут отжаты, кольцо, как говорят, «спружинит», наружная поверхность его станет цилиндрической, а внутренняя, только что обработанная, может оказаться очень далекой от той формы (рис. 65, г), которую она имела, пока кольцо было зажато в кулачках.

Причины возникновения вибраций. Вибрации, возникающие при обработке деталей на токарных станках, приводят к нарушению правильности работы станка, к преждевременному износу инструмента, к повышению шероховатости обработанной поверхности и образованию на ней волн с большим шагом (волнистость).

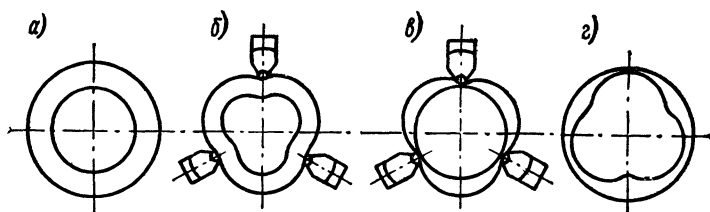


Рис. 65. Изменение формы стального кольца при закреплении его в трехкулачковом патроне: до обработки внутренней поверхности (а); после закрепления в патроне (б); после растачивания (в); после снятия со станка (г)

Вибрации возникают вследствие одной или нескольких причин; главнейшие из них перечислены ниже.

1. Колебания, передаваемые от других вибрирующих станков и машин через грунт, металлические конструкции междуэтажных перекрытий и т. д. Методы борьбы с такими вибрациями: усиление фундаментов и перекрытий, установка упругих прокладок и т. п.

2. Колебания, вызываемые небалансированностью (неуравновешенностью) частей станка, патрона или обрабатываемой детали.

Средство борьбы с вибрациями такого типа — балансировка вращающихся частей как самого станка и патрона, так и балансировка закрепляемой на станке заготовки, если она создает неуравновешенность всей вращающейся системы, с помощью дополнительных грузов.

3. Колебания, вызываемые дефектами передач станков. Неправильно нарезанные или плохо собранные зубчатые передачи в станке вызывают возникновение периодических сил, передающихся на подшипники и направляющие станка, а поэтому могут при известных условиях быть причиной появления вибраций. Таким же образом действуют некачественные сшивки ремней. Средства борьбы с вибрациями этого рода заключаются в устранении дефектов, подобных перечисленным.

4. Колебания, вызываемые прерывистым характером процесса резания. Во многих случаях метод обработки сам по себе обуславливает колебания сил резания, например когда обрабатываемая по-

верхность имеет перерывы. Следствием работы по такой поверхности чаще всего являются отдельные толчки, но при регулярном чередовании обрабатываемых участков и перерывов возможно возникновение вибраций. Влияние прерывистости обрабатываемой поверхности на возникновение вибраций должно устраняться в каждом конкретном случае путем искусственного увеличения жесткости обрабатываемой детали.

5. Собственные колебания при обтачивании, растачивании и т. д. При обтачивании уравновешенной детали, при работе на вполне исправном станке могут возникать сильнейшие вибрации, причем даже при самом внимательном рассмотрении явления не удастся обнаружить присутствия каких-либо внешних причин, в частности перечисленных выше. Такие вибрации называются собственными колебаниями (вибрациями) процесса резания.

Частота (число колебаний в секунду) в основном зависит от жесткости системы СПИД. Чем жестче система, тем выше частота колебаний, т. е. меньше вибрации.

Интенсивность (сила) вибраций, измеряемая высотой волн (неровностей) на обработанной поверхности, зависит от ряда причин.

1. Повышение скорости резания сначала вызывает интенсивность вибраций, достигающих наибольшего значения при скорости, обычно находящейся в границах 80—150 м/мин, а затем при дальнейшем увеличении скорости вибрации убывают. Следовательно, условия скоростного резания более благоприятны с точки зрения предупреждения возникновения вибраций.

2. Увеличение ширины среза (глубины резания при обычном продольном обтачивании) вызывает усиление (интенсивность) вибраций.

3. Увеличение толщины среза (подачи) оказывает противоположное действие. При увеличении толщины стружки интенсивность колебаний несколько уменьшается. Однако влияние изменения толщины среза значительно слабее влияния изменения его ширины.

4. Резцы с малыми углами в плане, позволяющие работать с большими подачами при повышенных скоростях резания, часто не могут применяться только вследствие возникающих при их использовании вибраций.

5. С возрастанием переднего угла (т. е. при уменьшении угла резания) интенсивность вибраций уменьшается. Резцы с отрицательными передними углами более склонны вызывать вибрации, чем резцы с положительными углами.

Средства борьбы с вибрациями. Собственные колебания (вибрации) в процессе резания на токарном станке можно предупредить следующими способами.

1. Повышением жесткости составляющих системы СПИД: например, уменьшением вылета пиноли задней бабки, уменьшением вылета резца, затягиванием клиньев поперечного суппорта, при работе на налаженном станке без поперечной подачи, зажимом каретки, при работе только с поперечной подачей, наложением

груза на поперечный суппорт и др. Во многих случаях, лишь уменьшая вылет пиноли задней бабки и регулируя степень нажатия заднего центра, удается устранить вибрации.

2. Выбором рациональных режимов резания, резанием на высоких скоростях (или, что менее желательно, на низких) или увеличением подачи.

3. Рациональным выбором резца и правильной его заточки: применением больших углов в плане, увеличением переднего угла или введением фаски по передней грани при отрицательных передних углах, а также специальной заточкой резца (введением фасок, галтелей и пр.).

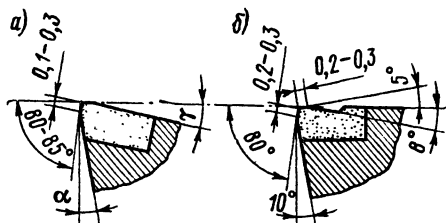


Рис. 66. Резцы с противовибрационной фаской конструкции новатора Д. Н. Рыжкова

Примеры такой заточки проходных резцов, у которых на передней поверхности введены дополнительные противовибрационные фаски, показаны на рис. 66. Если резец, изображенный на рис. 66, а, используется при обработке малоуглеродистых сталей ма-

рок Ст. 2, Ст. 3, 20Х и др., угол γ у него делается равным $20-25^\circ$. Для обработки конструкционных и инструментальных сталей, например марок 35, 40, 50, 60, У6, У7, 40Х, ХВГ и др., следует применять резец с углом $\gamma = 0 \div 20^\circ$. При обтачивании деталей с пониженной жесткостью этот угол принимается в пределах $25-35^\circ$.

Сечение (в главной секущей плоскости) резца с противовибрационной фаской, применяемого при обработке с глубиной резания меньше 1 мм, изображено на рис. 66, б.

Резцы с противовибрационной фаской следует устанавливать на высоте центровой линии станка.

4. Тщательным балансированием приспособления с зажатой в нем деталью.

Нередко, особенно в условиях работы на скоростях 120—150 м/мин, никакие из указанных выше средств не приводят к уничтожению вибраций. В таких случаях следует прибегать к применению специальных приборов — виброгасителей.

2. ШЕРОХОВАТОСТЬ И ТОЧНОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

Шероховатость поверхности, обработанной на токарном станке, и причины ее образования. На поверхности, обработанной токарным резцом, образуются неровности в виде винтовых выступов и винтовых канавок (рис. 67, а), подобные резьбе, вполне отчетливо заметные при крупной подаче s и обнаруживаемые лишь при помощи специальных приборов, если подача невелика.

Такие неровности расположены в направлении подачи и образуют поперечную шероховатость в отличие от продольной шероховатости (рис. 67, б), образуемой неровностями в направлении скорости резания v . О происхождении последних неровностей будет сказано ниже.

При токарной обработке наибольшее значение имеет поперечная шероховатость, характеризующаяся формой и размерами винтовых выступов, образующих неровности. Высота таких неровностей зависит от очень многих факторов, участвующих в процессе резания и действующих в разных случаях различно, и поэтому не может быть определена расчетом, а находится лишь опытным путем. При обтачивании более вязких металлов, например малоуглеродистых сталей, высота неровностей получается большей, чем при обработке хрупких металлов, например чугуна. При обработке хрупких металлов (при стружке надлома) на обработанной поверхности получаются иногда очень заметные углубления, образующие продольную шероховатость.

Шероховатость поверхности уменьшается, если материал (сталь) подвергнут термической обработке, что повышает однородность его структуры.

Высота неровностей зависит в наибольшей степени от величины подачи. При крупных подачах эта высота значительно отличается от расчетной и превышает ее в несколько раз.

Влияние глубины резания на шероховатость поверхности незначительно и не имеет практического значения.

Скорость резания существенно влияет на образование шероховатости поверхности. При скорости резания до 3—5 м/мин размеры неровностей незначительны; с увеличением скорости резания неровности возрастают; при повышении скорости резания до 60—70 м/мин высота неровностей уменьшается, и при скорости около 70 м/мин шероховатость поверхности получается наименьшей. Дальнейшее повышение скорости резания незначительно влияет на шероховатость обработанной поверхности. Наличие нароста на резце увеличивает шероховатость поверхности, обработанной данным резцом.

Значительное влияние на шероховатость поверхности оказывает применяемый при обработке состав смазочно-охлаждающей жидкости. Наилучшие результаты получаются, если жидкость содержит минеральные масла, мыльные растворы и другие вещества, повышающие ее смазочные свойства.

Опыты ряда исследователей показали, что неровности режущей кромки резца, получившиеся вследствие некачественности доводки

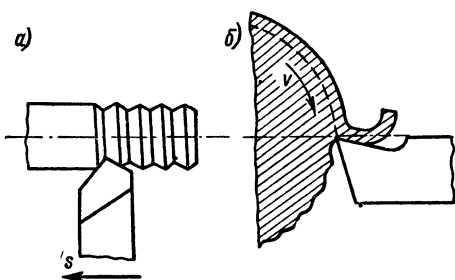


Рис. 67. Поперечная (а) и продольная (б) шероховатости, получающиеся при токарной обработке

его, переносятся на обработанную поверхность в увеличенных размерах.

Степень затупления резца также влияет на шероховатость поверхности. При небольшом затуплении резца обработанная поверхность часто получается даже несколько чище, чем при остром резце. При дальнейшем затуплении резца шероховатость поверхности увеличивается.

Материал режущего инструмента в рассматриваемом случае также имеет значение. Так, например, резцами из твердых сплавов ВК6, ВК8 очень трудно получить хорошую поверхность при обработке вязких материалов, что объясняется склонностью этих сплавов к выкрашиванию при указанных условиях работы. Применение при этих же условиях твердых сплавов, например марок Т5К10,

Т15К6 и др., а также быстрорежущих резцов позволяет уменьшить шероховатость поверхности.

На шероховатость обработанной поверхности влияют и вибрации, возникающие в процессе резания. Особое значение в этом случае приобретают чрезмерные зазоры в направляющих суппорта и в подшипниках, неточности зубчатых передач станка, плохая балансировка вращающихся частей станка, недостаточная жесткость

обрабатываемой детали, углы резца, его вылет и многие причины, отмеченные в разных главах книги. Все эти вредные явления при токарной обработке вызывают продольную шероховатость поверхности.

Классификация и обозначения шероховатости поверхностей. ГОСТ 2789—59 устанавливает 14 классов чистоты (шероховатости) поверхности. Обозначения этих классов, указываемые на чертеже детали, приведены в табл. 5.

При необходимости в особо мелкой градации степеней шероховатости ГОСТ 2789—59 допускает разделение классов 6—14 на разряды. В каждом из классов введены три разряда, обозначаемые буквами *a*, *b* и *c*. Соответствующая буква проставляется после цифры, указывающей класс чистоты данной поверхности. Например, обозначение $\nabla 8a$ указывает, что данная поверхность должна иметь шероховатость, соответствующую разряду *a* 8-го класса чистоты по ГОСТ 2789—59.

Шероховатость поверхностей деталей машин определяется путем сопоставления данной поверхности с эталонами шероховатости (рис. 68), или более точно — посредством специальных приборов. Оценка шероховатости обработанной поверхности по эталонам (образцам) производится на рабочих местах методом сравнения.

Таблица 5

Обозначения классов чистоты поверхностей деталей машин

Класс чистоты	Обозначение	Класс чистоты	Обозначение	Класс чистоты	Обозначение
1	$\nabla 1$	6	$\nabla 6$	11	$\nabla 11$
2	$\nabla 2$	7	$\nabla 7$	12	$\nabla 12$
3	$\nabla 3$	8	$\nabla 8$	13	$\nabla 13$
4	$\nabla 4$	9	$\nabla 9$	14	$\nabla 14$
5	$\nabla 5$	10	$\nabla 10$		

Образцы выпускаются для разных видов обработки (точения, фрезерования и т. п.) и для различных металлов (стали, чугуна и т. п.), для классов чистоты от $\nabla 4$ до $\nabla 13$.

Приборы оптические (профилометры, двойной микроскоп Линника, микроинтерферометры), а также щуповые (профилографы, профилометры и др.) используются главным образом в измерительных лабораториях. С помощью таких приборов измеряется величина высоты неровностей

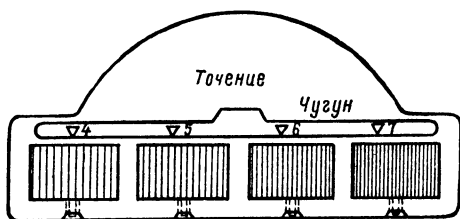


Рис. 68. Эталонный набор образцов шероховатости поверхности

R_z или другой параметр определения шероховатости — среднее арифметическое отклонение профиля R_a . Среднее значение высоты неровностей для некоторых классов чистоты, обеспечиваемых токарной обработкой, составляет в мкм:

$\nabla 7$	3,2—6,3	$\nabla 4$	20—40
$\nabla 6$	6,3—10	$\nabla 3$	40—80
$\nabla 5$	10—20		

Шероховатости поверхностей грубее 1-го класса обозначаются в чертежах знаком $\checkmark$, над которым указывается высота неровностей R_z в микрометрах, например, $R_z^{500} \checkmark$. Поверхности, не подвергавшиеся обработке, обозначаются в чертежах знаком ∞ .

С 1 января 1975 г. ГОСТ 2789—59 заменяется новым ГОСТ 2789—73, который вводит дополнительные параметры шероховатости поверхности (шесть вместо двух), новые обозначения классов шероховатости и др.

Условия, от которых зависит точность обработки деталей на токарных станках. Несмотря на высокие качества современных токарных станков, совершенство методов обработки, точность применяемых измерительных инструментов и наличие других благоприятных условий, влияющих на точность обработки детали, достигнуть совершенства точных размеров и правильной формы ее невозможно.

Основные причины образования погрешностей, возникающих при токарной обработке, рассматриваются ниже.

Погрешности, вызываемые неточностью станка и зажимного приспособления. Допускаемые отклонения от заданной точности при сборке станка, а также в результате износа его частей отражаются на правильности формы обрабатываемых деталей. Так, например, при обтачивании детали на станке, шейки шпинделя которого овальные, поверхность детали получается также овальной (эллиптической), а не цилиндрической, так что при измерении двух

взаимно перпендикулярных диаметров детали в одном и том же поперечном сечении получаются разные результаты.

Другим видом отклонения от правильной формы цилиндрических деталей, обрабатываемых на токарных станках, является их конусность, получающаяся вследствие неправильно установленной передней (если обрабатываемая деталь закреплена в патроне) или задней бабки (при установке детали в центрах).

Погрешности при обработке детали во многих случаях вызываются недостаточной точностью или неисправностью зажимных приспособлений. Очевидно, например, что при обработке наружной поверхности втулки, насаженной на оправку с сильно изношенными центровыми отверстиями, требуемой концентричности наружной поверхности с поверхностью отверстия не получится. Неточность формы детали обуславливает и неточность ее размеров.

Погрешности, вызываемые неточностью формы, размеров и установки режущего инструмента, а также в результате его износа. Во многих случаях точность размеров и формы обрабатываемой детали или отдельных участков ее зависит прежде всего от точности размеров и формы применяемого режущего инструмента. Ширина канавки, обрабатываемой мерным резцом, получится равной требуемой лишь при условии, что длина режущей кромки резца соответствует ширине канавки. Точность формы фасонной поверхности зависит, очевидно, от точности формы фасонного резца, использованного для обработки этой поверхности¹.

Если точный по ширине прорезной резец при обработке канавки, о которой говорилось выше, установлен так, что главная режущая кромка его не параллельна оси детали, то ширина канавки получится больше ширины резца и форма ее будет неправильна.

Очевидна также и зависимость точности размера детали от точности установки резца в рабочее положение, например на требуемый диаметр детали по лимбу.

Существенное значение имеет износ режущего инструмента в процессе работы, который иногда настолько велик, что диаметр детали у конца, расположенного у передней бабки, получается несколько больше диаметра конца детали, с которого начато обтачивание (у задней бабки).

Погрешности, вызываемые неточностью измерительного инструмента и неправильным пользованием им. Такие погрешности могут быть результатом некачественного изготовления измерительного инструмента или неудовлетворительного состояния вследствие естественного износа или небрежного обращения. Погрешности, вызванные первой из указанных причин, редко встречаются при надлежащей организации производства, так как все измерительные инструменты тщательно контролируются перед выпуском в продажу и

¹ Здесь имеется в виду обработка резцом с профилем, соответствующим кривой линии, которая ограничивает сечение детали проходящей через ее ось плоскостью.

выдачей на рабочее место. Более точные измерительные инструменты (штангенциркули, микрометры и т. д.) снабжаются специальными паспортами, в которых указываются погрешности данного инструмента.

Естественный износ измерительных инструментов не должен являться причиной неточности измерений, если в данной мастерской хорошо организован и действует периодический контроль инструментов, осуществляемый специальными лицами.

Величина погрешностей измерений может быть весьма существенной, если для данного измерения применяется инструмент несоответствующей точности. Например, наибольшая точность измерения, которая может быть достигнута (опытным рабочим) при помощи кронциркуля и линейки с делениями, составляет около 0,3 мм. Использование этих инструментов для более точных размеров является источником погрешностей измерений. Неправильная установка инструмента относительно измеряемой поверхности может привести к значительной ошибке измерения. Например, при измерении диаметра отверстия не в плоскости, перпендикулярной к оси детали, а в плоскости, расположенной наклонно по отношению к этой оси, погрешность в измерении неизбежна. При надвигании измерительного инструмента или калибра на проверяемую деталь неопытный рабочий может допустить неточность измерения в несколько сотых долей миллиметра, если применит значительное усилие (нажим). Погрешность измерений получается и в том случае, когда во время измерения не учитывается температура детали. Очевидно, что если измерять нагревающуюся в процессе резания и еще не остывшую деталь, то размер ее будет больше соответственного размера охлажденной детали.

3. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ДОПУСКАХ И ПОСАДКАХ

Сопрягаемые детали. Рассматривая соединения деталей машин, мы замечаем, что они в различных парах очень разнообразны по своему характеру. В некоторых случаях одна из деталей какой-либо пары во время работы машины остается неподвижной по отношению к другой детали этой же пары; в других случаях — совершает то или иное движение (например, вращательное, поступательное и т. д.) относительно другой детали.

Две детали, составляющие пару, подобную одной из только что рассмотренных, называются *сопряженными*.

Охватывающие и охватываемые детали. При сопряжении двух деталей одна из них как бы охватывает другую, поэтому первая из этих деталей (по отношению к другой) называется *охватывающей*, а вторая — *охватываемой*.

Формы сопрягаемых деталей весьма разнообразны и наименования их, точно соответствующие действительности, во многих случаях громоздки и неудобны для произношения и для записей. Поэтому условились во всех случаях охватывающую деталь

(поверхность этой детали, участвующую в данном сопряжении) называть *отверстием*, а охватываемую деталь (поверхность, участвующую в данном сопряжении) — *валом*.

Понятие о посадке. Если бы при обработке сопряженных деталей (обеих или одной из них) либо при сборке машины не был учтен требуемый характер их сопряжения, то очевидно, что машина, собранная из таких деталей, оказалась бы негодной для работы.

Другими словами, неизменными условиями удовлетворительной работы всякой машины являются правильный выбор и осуществление характера сопряжений ее деталей, или, как говорят, посадок.

Посадкой называется характер сопряжения двух деталей, определяющий большую или меньшую свободу их относительного перемещения, или степень сопротивления их взаимному смещению.

Посадки неподвижные и подвижные. Посадки, при которых должна быть обеспечена прочность соединения сопряженных деталей, называются *неподвижными*.

Соединения такого характера получаются в том случае, если до сборки сопряженных деталей диаметр вала несколько больше диаметра отверстия, в связи с чем после сборки деталей между ними возникает напряженное состояние.

Посадками для свободного движения, или (кратко) *подвижными*, называются такие, при которых предусматривается постоянное относительное движение сопряженных деталей во время их работы. Возможность относительного движения этих деталей получается в том случае, если диаметр отверстия несколько больше диаметра вала.

Посадки, принятые в машиностроении. В нашем машиностроении установлен и применяется ряд посадок: от посадки, при которой вал вставляется в отверстие с большим напряжением, чем достигается высшая прочность соединения деталей, до посадки, при которой вал вращается в отверстии совершенно свободно:

Неподвижные посадки

1. Прессовая 3-я (*Пр3*)
2. Прессовая 2-я (*Пр2*)
3. Прессовая 1-я (*Пр1*)
4. Горячая (*Гр*)
5. Прессовая (*Пр*)
6. Легкопрессовая (*Пл*)
7. Глухая (*Г*)
8. Тугая (*Т*)
9. Напряженная (*Н*)
10. Плотная (*П*)

Подвижные посадки

1. Скользящая (*С*)
2. Движения (*Д*)
3. Ходовая (*Х*)
4. Легкоходовая (*Л*)
5. Широкоходовая (*Ш*)
6. Тепловая ходовая (*ТХ*)

В скобках указаны принятые сокращенные условные обозначения посадок.

В приведенном перечне посадки указаны в известной последовательности: от наиболее прочной, обеспечивающей неподвижность

соединения деталей (посадки *ПрЗ* и *Гр*), и кончая такой посадкой (посадка *ТХ*), при которой создается наиболее свободное относительное сопряжение деталей.

Посадки *Г*, *Т*, *Н* и *П* точнее называются *переходными*, так как при некоторых действительных размерах сопрягаемых деталей соединение их получается неподвижным, а при других размерах — подвижным.

Номинальные и действительные размеры. Размеры деталей машин устанавливаются конструктором, проектирующим данную машину (или деталь), который исходит из самых разнообразных требований. Эти размеры (общие для вала и отверстия, если они являются сопряженными) указываются на чертеже детали и называются *номинальными*.

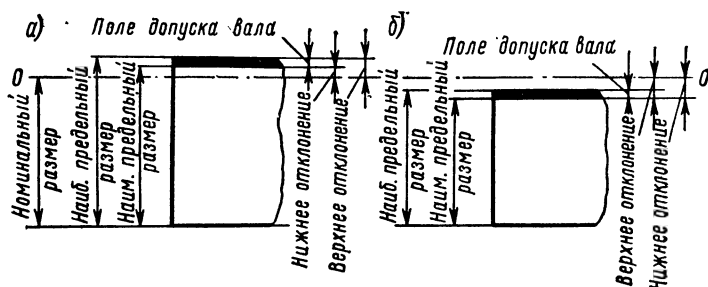


Рис. 69. Предельные размеры и отклонения размеров вала

Выше мы видели, что по ряду причин невозможно обработать какую-либо деталь так, чтобы размеры ее, получившиеся после обработки, точно совпали с номинальными.

Размеры, полученные после обработки, условились называть *действительными*. Таким образом, действительный размер детали есть тот размер, который установлен путем измерения.

Алгебраическая разность между действительным и номинальным размерами называется *действительным отклонением размера*. Действительные отклонения могут быть положительными и отрицательными.

Предельные размеры. Действительные размеры одинаковых деталей, даже при одном и том же способе их обработки, не получаются равными между собой, а колеблются в некоторых пределах.

Предельными называются те размеры, между которыми может колебаться действительный размер. Один из них называется наибольшим, другой — наименьшим предельным размером.

Требуемый характер сопряжения двух деталей создается, очевидно, лишь в том случае, если допустимые предельные размеры деталей установлены заранее опытным или расчетным путем и действительные размеры лежат между предельными.

В зависимости от характера посадки наибольший и наименьший предельные размеры вала могут быть больше (рис. 69, а) или меньше (рис. 69, б) его номинального размера. Точно так же наибольший и

наименьший предельные размеры отверстия могут быть больше (рис. 70, а) или меньше (рис. 70, б) его номинального размера. Возможно также расположение предельных размеров отверстия или вала по разные стороны от номинального.

На рис. 69 и 70 цифрами 00 обозначена так называемая *нулевая линия*. Она соответствует номинальному диаметру вала или отверстия и служит началом отсчета отклонений от номинального размера.

Предельные отклонения. Алгебраическую разность между наибольшим предельным и номинальным размерами называют *верхним предельным отклонением*.

Алгебраическую разность между наименьшим предельным и номинальным размерами называют *нижним предельным отклонением*.

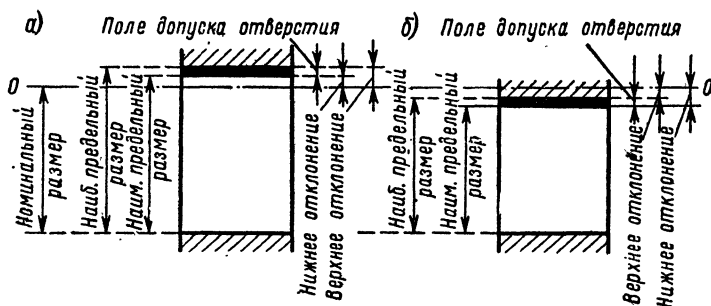


Рис. 70. Предельные размеры и отклонения размеров отверстия

Верхние и нижние предельные отклонения могут быть положительными, отрицательными и равными нулю, как и действительные.

Чтобы не смешивать положительные и отрицательные отклонения, принято перед их числовой величиной ставить знак плюс (+), если отклонение положительное, и знак минус (—), если отклонение отрицательное.

Допуск. Остановимся теперь на определении, отчетливое понимание которого необходимо для усвоения всего вопроса о допусках и посадках.

Допуском, точнее — *допуском на неточность обработки* называется разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами.

Так, например, если наибольший предельный размер вала 65,040 мм, а наименьший — 65,020 мм, то допуск в данном случае равен $65,040 - 65,020 = 0,020$ мм.

На рис. 69 и 70 допуски (на графиках они называются полями допусков) показаны жирными линиями. Толщина этих линий берется на графиках всегда в увеличенном масштабе (в сравнении с номинальными размерами) для лучшего усвоения. Допуск на обработку колеблется, как правило, в пределах от нескольких деся-

тых до нескольких тысячных долей миллиметра, что требует обязательного увеличения масштаба.

Величины отклонений и допусков в разных таблицах допусков и посадок выражаются не в долях миллиметров, как это сделано

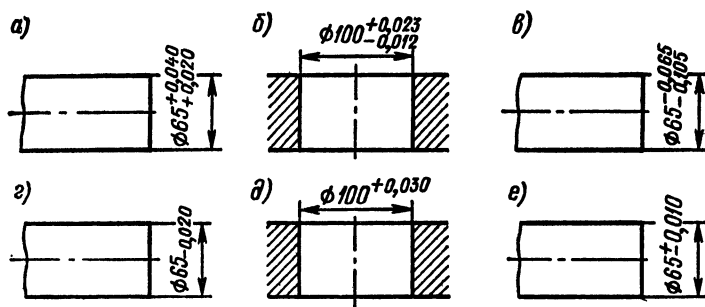


Рис. 71. Примеры обозначений на чертежах допусков числовыми значениями отклонений

в приведенном выше примере, а в микрометрах (микронах). Микрометр равен 0,001 мм и обозначается сокращенно мкм.

Обозначения допусков на чертежах числовыми величинами отклонений. Допустимые предельные отклонения размеров детали от номинальных могут указываться на чертежах числовыми отклонениями, которые проставляются с соответствующими знаками: положительные со знаком (+), отрицательные со знаком (—) вслед за данным размером. Отклонение, равное нулю, на чертеже не указывается. Верхнее и нижнее отклонения записываются одно под другим: верхнее — выше, нижнее — ниже, в долях мм. Примеры простановки отклонений на чертежах показаны на рис. 71, а—е.

Натяги и зазоры. Выше мы установили, что характер посадки зависит от соотношения действительных размеров сопрягаемых деталей или, как говорят, от наличия натяга (рис. 72, а) или зазора (рис. 72, б) между данными деталями.

Натягом называется положительная разность между диаметрами вала и отверстия до сборки деталей (размер вала больше размера отверстия).

При различных соотношениях предельных размеров вала и отверстия натяг называется наибольшим или наименьшим (рис. 72, а).

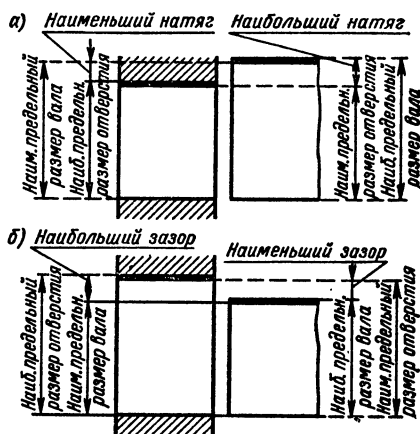


Рис. 72. Натяги (а) и зазоры (б)

Зазором называется положительная разность между диаметрами отверстия и вала (размер отверстия больше размера вала).

В зависимости от соотношения предельных размеров отверстия и вала определяются наибольший и наименьший зазоры (рис. 72, б).

Система отверстия и система вала. Стандартами допусков и посадок в нашей промышленности установлены две возможные к применению совокупности посадок — система отверстия и система вала.

Системой отверстия называется совокупность посадок, в которых предельные отклонения отверстий одинаковы (при одном и том же классе точности и одном и том же номинальном размере), а различные посадки достигаются путем изменения предельных отклонений валов (рис. 73, а). Во всех посадках системы отверстия нижнее предельное отклонение отверстия всегда равно нулю.

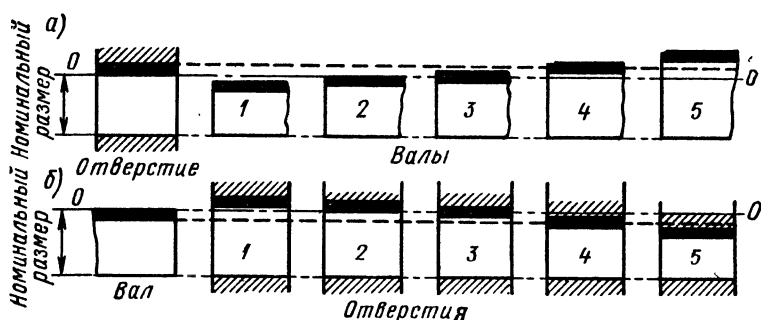


Рис. 73. Схематическое изображение систем отверстия (а) и вала (б)

Такое отверстие называется *основным отверстием*. Из рисунка видно, что при одном и том же номинальном размере (диаметре) и постоянном допуске основного отверстия могут быть получены разные посадки за счет изменения предельных размеров вала. В самом деле, вал 1 даже наибольшего предельного диаметра свободно войдет в наименьшее отверстие. Соединив вал 2 при наибольшем предельном его размере с наименьшим отверстием, мы получим зазор, равный нулю, но при других соотношениях диаметров отверстия и вала в этом сопряжении получается подвижная посадка. Посадки валов 3 и 4 относятся к группе переходных, так как при одних значениях действительных размеров отверстий и валов 3 и 4 будет иметь место зазор, а при других натяг. Вал 5 при всех условиях войдет в отверстие с натягом, что всегда обеспечит неподвижную посадку.

Основное отверстие в системе отверстия обозначается сокращенно буквой *A* в отличие от обозначения второй (не основной) детали, входящей в сопряжение, которая обозначается буквами соответствующей посадки.

Системой вала называется совокупность посадок, в которых предельные отклонения валов одинаковы (при одном и том же классе

точности и одним и тем же номинальным размере), а различные посадки достигаются путем изменения предельных отклонений отверстий. Во всех посадках системы вала верхнее предельное отклонение вала всегда равно нулю. Такой вал называется *основным валом*.

Схематическое изображение системы вала дано на рис. 73, б, из которого видно, что при одном и том же номинальном размере (диаметре) и постоянном допуске основного вала могут быть получены различные посадки за счет изменения предельных размеров отверстия. Действительно, соединяя с данным валом отверстие 1, мы при всех условиях будем получать подвижную посадку. Подобную же посадку, но с возможным получением зазора, равного нулю, мы получим при сопряжении с данным валом отверстия 2. Соединения вала с отверстиями 3 и 4 относятся к группе переходных посадок, а с отверстием 5 — к неподвижной посадке.

Основной вал в системе вала обозначается сокращенно буквой *В*.

Сопоставление системы отверстия и системы вала. Области применения этих систем. Каждой из этих систем свойственны достоинства и недостатки, определяющие области их применения.

Существенным преимуществом системы отверстия в сравнении с системой вала является то, что обработка валов одного номинального размера, но с разными предельными диаметрами может быть выполнена одним режущим инструментом (резцом или шлифовальным кругом), в то время как в тех же условиях для обработки точных отверстий требуется столько режущих инструментов (если обработка ведется одномерным инструментом, например разверткой), сколько имеется отверстий. Таким образом, для обработки отверстий и валов при наличии 12 посадок в системе отверстия для каждого номинального диаметра необходимо иметь одну развертку и резец или шлифовальный круг, а для обработки тех же деталей в системе вала требуется резец или шлифовальный круг и 12 разверток.

Система отверстия имеет и другие преимущества по сравнению с системой вала, но тем не менее последняя все же применяется в ряде областей машиностроения, хотя значительно реже, чем система отверстия.

Например, система вала применяется при изготовлении некоторых текстильных машин. Одной из основных деталей текстильных машин является обычно длинный гладкий вал одного номинального размера по всей длине, на который насаживаются с разными посадками различные шкивы, муфты, шестерни и т. д. При применении системы отверстия эти валы должны быть ступенчатыми, что усложняет их изготовление.

Классы точности. В нашем машиностроении для диаметров от 1 до 500 мм применяются следующие классы точности: 1-й, 2, 2а, 3, 3а, 4, 5, 7, 8, 9-й; 6-й класс отсутствует.

1-й класс является самым точным из поименованных. Он применяется сравнительно редко, так как обработка деталей по этому

классу стоит очень дорого. Им пользуются в точном машиностроении, когда требуется очень строгая определенность посадок, например при изготовлении деталей шарикоподшипников.

2-й класс имеет значительно большее распространение и применяется главным образом в точном машиностроении и приборостроении, в станкостроении и моторостроении, частично при изготовлении текстильных машин и т. п. Этот класс является в нашем машиностроении основным.

3-й класс точности применяется в тех случаях, когда требования, предъявляемые к определенности посадок, не так велики, как во 2-м классе, но должен быть сохранен требуемый характер каждой посадки.

4-й класс точности применяется для деталей, между которыми допустимы сравнительно большие зазоры или натяги и которые могут обрабатываться с большими допусками.

5-й класс точности предназначается для подвижных посадок, к которым не предъявляются высокие требования определенности характера сопряжений. Кроме того, этот класс предусматривается для свободных размеров, т. е. относящихся к несопрягаемым поверхностям деталей машин, и для точных заготовок.

7, 8 и 9-й классы применяются главным образом для свободных размеров, а также для заготовок, изготавливаемых горячей штамповкой, литьем и т. п.

В отдельных случаях применяются классы 2а — промежуточный между 2 и 3-м классами, а также 3а — промежуточный между 3 и 4-м. Они введены в систему допусков позднее и поэтому имеют такие обозначения.

Классы точности, применяющиеся в машиностроении, обозначаются так:

- 1-й класс обозначается цифрой 1
- 2-й » обозначения не имеет
- 2а » обозначается 2а
- 3-й » » цифрой 3
- 3а класс обозначается 3а
- 4-й » » цифрой 4 и т. д.

Эти обозначения приписываются справа, несколько ниже обозначения основной детали системы или посадки.

Таким образом, A_5 обозначает основное отверстие 5-го класса, B_4 — основной вал 4-го класса, C_3 — скользящую посадку 3-го класса, G_1 — глухую посадку 1-го класса и т. д.

Посадки и основные детали систем 2-го класса точности как основного обозначаются без цифрового индекса, указывающего класс точности. Таким образом, буквы A и B обозначают основное отверстие и основной вал 2-го класса, буква $Ш$ обозначает широкоходовую посадку 2-го класса, буква C — скользящую посадку этого же класса и т. д.

Обозначения посадок и классов точности на чертежах про- ставляются сразу же за цифрой, указывающей размер, к которому относится данное обозначение.

Посадки в разных классах точности. 2-й класс является основ- ным, и в нем применяются все посадки, перечисленные на стр. 94, за исключением прессовой третьей (*Пр3*), прессовой второй (*Пр2*) и прессовой первой (*Пр1*). Обозначения этих посадок указаны там же.

Число применяемых посадок в 1, 3-м и в других классах точности значительно меньше, чем во 2-м, и различно в системе отверстия и в системе вала.

В системе отверстия в 1-м классе применяются девять посадок, а именно: прессовая вторая (*Пр2₁*), прессовая первая (*Пр1₁*), глу- хая (*Г₁*), тугая (*Т₁*), напряженная (*Н₁*), плотная (*П₁*), скользящая (*С₁*), движения (*Д₁*) и ходовая (*Х₁*).

В 3-м классе установлено шесть посадок: прессовая третья (*Пр3₃*), прессовая вторая (*Пр2₃*), прессовая первая (*Пр1₃*), скользя- щая (*С₃*), ходовая (*Х₃*) и ши- рокоходовая (*Ш₃*).

4-й класс содержит четыре посадки: скользящую (*С₄*), ходовую (*Х₄*), легкоходовую (*Л₄*) и широкоходовую (*Ш₄*).

В 5-м классе имеются всего только две посадки — скользящая (*С₅*) и ходовая (*Х₅*).

7, 8 и 9-й классы точности посадок не имеют ни в системе отверстия, ни в системе вала. Любое отверстие в этих классах обозначается соответственно *А₇*, *А₈* или *А₉*, а любой вал — *В₇*, *В₈* или *В₉*.

Пример чертежа вала с указанием посадок для некоторых его поверхностей приведен на рис. 74.

Практическое значение обработки деталей с обусловленными заранее предельными размерами. Изготовление деталей в таких условиях обеспечивает возможность их взаимозаменяемости.

Взаимозаменяемость деталей называется такое их свойство, при наличии которого сборка станка, машины и пр. происходит без какой-либо подгонки или подбора деталей, причем посадка, требующаяся в каждом отдельном сопряжении, получается именно такой, какой она должна быть в данном сопряжении.

Необходимость пригонки отпадает благодаря тому, что дейст- вительные размеры деталей, поступающих в сборочный цех, нахо- дятся в пределах допуска, и детали не требуют дополнительной обработки. Выполнение характера посадки обеспечивается тем, что отклонения действительных размеров сопрягаемых деталей от номинальных, создающие характер посадки, обеспечиваются ра- бочим (или рабочими), обрабатывающим данные детали, а назна-

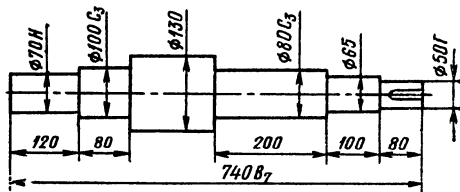


Рис. 74. Чертеж вала с указанными на нем посадками

чаются и указываются на чертеже детали конструктором, проектирующим машину, в состав которой входят эти детали.

Достоинства взаимозаменяемости деталей мы наблюдаем постоянно. Всем известно, что любая деталь велосипеда заменяется новой без какой-либо пригонки, каждая электрическая лампочка ввертывается в любой патрон и т. д. Все сельскохозяйственные машины, начиная с плугов и кончая тракторами и комбайнами, состоят из взаимозаменяемых деталей, так как только при этом условии возможна быстрая замена сломанных или износившихся деталей машин без пригонки даже в полевой обстановке.

В настоящее время почти вся продукция отечественного машиностроения, за исключением опытных образцов и отдельных сопряжений изделий серийного производства, изготавливается с обеспечением взаимозаменяемости деталей и сборочных единиц (узлов).

4. ТОЧНОСТЬ ФОРМЫ И ВЗАИМОРАСПОЛОЖЕНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В соответствии с ГОСТ 2.308—68 в новых чертежах введены условные обозначения предельных отклонений формы поверхностей, а также их взаиморасположения.

В табл. 6 указаны условные обозначения отклонений форм поверхностей, а в табл. 7 — условные обозначения отклонений их взаиморасположения.

При условном обозначении данные о предельных отклонениях формы и взаиморасположения поверхностей указываются (см. примеры в табл. 8) в прямоугольной рамке, разделенной на две или три части, в которых помещают: в первой — знак отклонений по табл. 1 или 2; во второй — величину допускаемого предельного отклонения в миллиметрах; в третьей — буквенное обозначение базы или другой поверхности, к которой относится отклонение взаиморасположения. Если баз несколько, то вписываются все их обозначения.

Рамка соединяется прямой или ломаной линией со стрелкой с элементом, к которому относится предельное отклонение формы поверхности. Направление стрелки показывает направление измерения.

Рамка с данными о предельных отклонениях взаиморасположения поверхностей соединяется, кроме того, с базой прямой или ломаной линией, заканчивающейся зачерненным треугольником. Базой может служить контурная, выносная или осевая линия (см. табл. 8).

Там, где для двух или большего количества поверхностей предельные отклонения их взаиморасположения не определяются никакой базой, допуски называются *зависимыми* и условно обозначаются знаком $\textcircled{M}$, который помещается в рамке, вслед за величиной предельного отклонения (см. пример в табл. 8).

Если зависимые допуски взаиморасположения составляют в чертеже большинство, то *независимые* допуски иногда могут обозначаться знаком $\textcircled{S}$.

Таблица 6

Условные обозначения отклонений формы поверхностей на чертежах

Наименование отклонения		Знак
Краткое	Полное	
Неплоскостность	Отклонение от плоскостности	
Непрямолинейность	Отклонение от прямолинейности	
Нецилиндричность	Отклонение от цилиндричности	
Некруглость	Отклонение от круглости	
—	Отклонение профиля продольного сечения (относится к цилиндрической поверхности)	

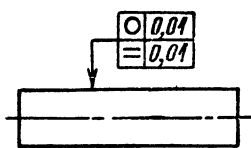
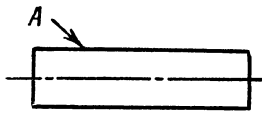
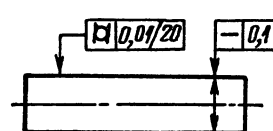
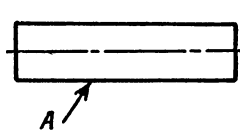
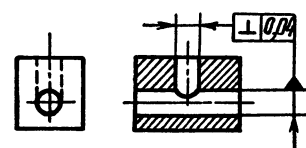
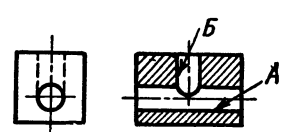
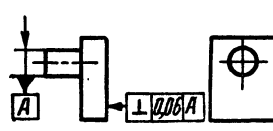
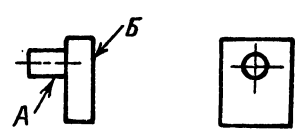
Таблица 7

Условные обозначения отклонений взаиморасположения поверхностей на чертежах

Наименование отклонения		Знак
Краткое	Полное	
Непараллельность	Отклонение от параллельности	
Неперпендикулярность	Отклонение от перпендикулярности	
Несоосность	Отклонение от соосности	
—	Торцовое биение	
—	Радиальное биение	
Непересечение осей	Отклонение от пересечения осей	
Несимметричность	Отклонение от симметричности	
—	Смещение осей от номинального расположения	

Таблица 8

Примеры указаний на чертежах предельных отклонений формы поверхностей и их взаиморасположения по ГОСТ 2.308—68

Наименование отклонения	Указание предельных отклонений на чертежах	
	условным обозначением	текстом в технических требованиях
Отклонение продольного сечения цилиндрической поверхности		 <i>Некруглость и отклонение профиля продольного сечения поверхн. А не более 0,01 мм</i>
		 <i>Нецилиндричность поверхн. А не более 0,01 мм на длине 20 мм, изогнутость не более 0,1 мм на всей длине</i>
Отклонение от перпендикулярности		 <i>Неперпендикулярность оси отв. Б относительно оси отв. А не более 0,04 мм</i>
		 <i>Неперпендикулярность поверхн. Б относительно оси поверхн. А не более 0,06 мм</i>

Наименование отклонения	Указание предельных отклонений на чертежах	
	условным обозначением	текстом в технических требованиях
Отклонение от соосности		
Биение		

5. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О БАЗАХ И БАЗИРОВАНИИ ДЕТАЛЕЙ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Предварительные замечания. Из рассмотренного выше следует, что при обработке деталей на токарном станке, кроме получения требуемой формы, размеров и шероховатости обработанных поверхностей, требуется в большинстве случаев обеспечить и необходимое расположение этих поверхностей по отношению к ранее обработанным или необрабатываемым поверхностям детали.

В этом нетрудно убедиться также из рассмотренных ниже примеров, в которых требования взаиморасположения поверхностей могут быть заданы приведенными обозначениями или текстом в технических условиях.

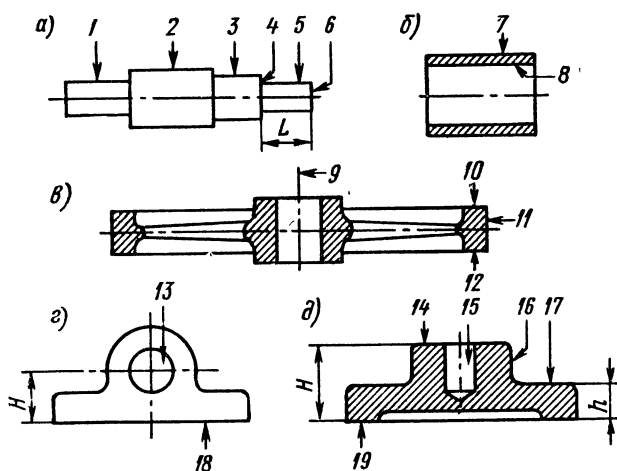


Рис. 75. Примеры деталей с точным взаиморасположением поверхностей

Так, размеры поверхностей ступеней 1, 2, 3 и 5 валика (рис. 75, а) должны соответствовать его чертежу и, кроме того, эти ступени должны иметь общую ось, т. е. быть концентричными. Обработывая втулку (рис. 75, б), необходимо обеспечить не только размеры ее наружной поверхности 7 и отверстия 8, но и совпадение осей этих поверхностей, т. е. их концентричность.

При обработке зубчатого колеса (рис. 75, в), кроме такой же концентричности (поверхности 11 и отверстия 9), обычно требуется выдержать перпендикулярность торцовых поверхностей 10 и 12 к оси 9 отверстия. У подшипника (рис. 75, г) необходимо не только качественно обработать отверстие 13, но и обеспечить правильное положение его оси по отношению к плоскости 18 основания (ось отверстия должна быть параллельна плоскости основания и находиться от нее на заданном расстоянии H).

При обработке плоскости 19 основания рейсмуса (рис. 75, д) необходимо обеспечить не только требуемую шероховатость поверхности, но и параллельность ее к необрабатываемой поверхности 17, а также выдержку размер h . При дальнейшей обработке этой детали должны быть обеспечены, в частности, параллельность торца 14 и плоскости 19 основания, заданный размер H между ними, а также перпендикулярность оси отверстия 15 к плоскости 19. Требуемые форма, точность размеров и шероховатость отдельных поверхностей детали достигаются в основном правильным выбором и осуществлением способа обработки этих поверхностей. Необходимое взаимное расположение поверхностей, а также их положение по отношению к ранее обработанным или необрабатываемым поверхностям детали обеспечиваются главным образом способом установки и закрепления ее на станке.

Установочная база. Правильное положение поверхностей детали, обрабатываемых при данной установке ее по отношению к поверхностям, обрабатываемым при других установках (или совсем не обрабатываемым), достигается путем придания детали определенного положения относительно станка в процессе ее установки. Такое положение детали определяется базированием в процессе установки, которое, в свою очередь, зависит от выбранных базирующих поверхностей или, как говорят, от установочной базы.

Установочной базой называется совокупность базирующих поверхностей обрабатываемой детали, используемых в процессе установки для придания ей заданного положения относительно станка.

Предположим, например, что во втулке (рис. 75, б) должно быть обработано отверстие, концентричное по отношению к ранее обработанной наружной поверхности. При установке втулки на станке для обработки отверстия эта поверхность будет служить установочной базой. При обработке отверстия в подшипнике (рис. 75, г), ось которого должна быть определенным образом расположена относительно плоскости основания, именно эта плоскость и явится установочной базой. Отверстие 15 в основании рейсмуса (рис. 75, д) должно быть концентрично с ее наружной поверхностью 16 (конечно грубо, так как поверхность 16 не обработана), а ось отверстия должна быть перпендикулярна к плоскости 19. Поэтому при обработке отверстия 15 поверхность 16 и плоскость 19 служат установочной базой.

Измерительная база. *Измерительной базой* называется поверхность или совокупность поверхностей, от которых при обработке детали производится непосредственный отсчет размеров. Например, если при обработке ступенчатого вала (рис. 75, а) правый торец его b подрезан, а длина правой концевой шейки задана размером L , то при подрезании заплечика 4 торец b служит измерительной базой. При обработке отверстия в подшипнике (рис. 75, г) измерительной базой является поверхность 18.

Некоторые дополнительные определения. При каждой установке детали на станке различают следующие группы поверхностей.

1. Установочные поверхности зажимного приспособления, с которыми соприкасаются базирующие поверхности детали. Например, если базирующими поверхностями втулки (рис. 76, а) являются ее наружная поверхность 1 и торец 2, то при установке детали по рис. 76, а установочными поверхностями патрона служат поверхности 3 и 4 кулачков, а при установке по рис. 76, б — поверхности 5 кулачков и торец 6 патрона.

При закреплении вала в центрах (рис. 76, в) установочными поверхностями последних являются поверхности 5 и 6.

2. Опорные поверхности детали, которыми она прилегает к установочным поверхностям приспособлений. Опорными поверхностями

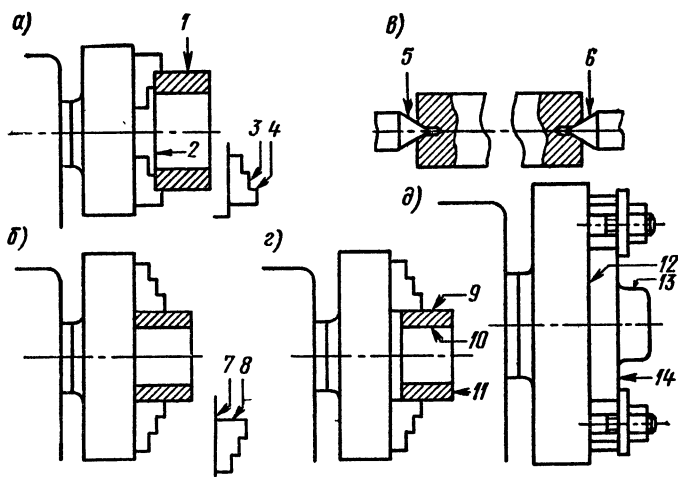


Рис. 76. Поверхности приспособления и обрабатываемой детали

иногда являются базирующие (рис. 76, а). В других случаях опорная поверхность не является базирующей. Если базировка втулки (рис. 76, г) производится по отверстию 10 (выверкой), а закрепление ее осуществлено, как показано на рис. 76, г, то базирующей служит поверхность 10, а опорной — поверхность 9.

3. Поверхности прижима, на которые давят кулачки, прижимные планки или какие-либо другие детали зажимных приспособлений.

Опорные поверхности и поверхности прижима в некоторых случаях, например при установке втулки по рис. 76, г, совпадают. При обработке отверстия в основании рейсмуса деталь закреплена (рис. 76, д) на планшайбе прихватами. В этом случае опорная поверхность 12, являющаяся одновременно базирующей, и поверхность прижима 14 различны.

Если базирование втулки производится по наружной поверхности, а закрепление — по рис. 76, а, то поверхность 1 является одновременно базирующей, опорной и поверхностью прижима.

4. Обрабатываемые поверхности, которые подлежат обработке при данной установке детали.

Одни и те же поверхности детали при перемене установки могут менять свое назначение. Поверхности, обрабатываемые в первой установке, могут стать опорными во второй и т. д.

Опорные и проверочные базы. В зависимости от способа использования установочной базы она может быть опорной или проверочной. Установочная база называется *опорной*, если все базирующие поверхности ее являются опорными. Например, использование опорной установочной базы показано на рис. 76, а.

Установочная база называется *проверочной*, если положение базирующих поверхностей, составляющих эту базу относительно станка, проверяется в процессе установки детали при помощи рейсмуса, индикатора и т. д. Если, например, втулка с обработанным отверстием устанавливается по рис. 76, в в четырехкулачковом патроне, причем проверка ее положения производится по поверхностям 9 и 11, то именно эти поверхности в данном случае образуют проверочную базу.

Установка основания рейсмуса осуществляется (рис. 76, д) по установочной базе, образованной поверхностями 12 и 13. Первая из этих поверхностей используется как опорная, вторая — как проверочная.

Черновые и чистовые базы. По месту, занимаемому в процессе обработки детали, базы разделяются на черновые и чистовые. Черновая база является необработанной поверхностью и поэтому используется только для первой установки детали на станке. Обработанные базовые поверхности носят название чистовых баз.

Общие соображения, которыми следует руководствоваться при выборе баз. Черновые базирующие поверхности должны быть возможно больших размеров, так как в этом случае местные отклонения формы меньше влияют на положение детали. Следует избегать использования в качестве черновых баз поверхностей отливок, на которых были расположены прибыли, литники и другие выпуклости, например места, соответствующие разъему опок. Черновые опорные базы должны быть такими, чтобы положение закрепленной детали было устойчивым.

Если какие-либо поверхности готовой детали остаются необработанными, то именно эти поверхности следует использовать в качестве черновых баз.

При использовании опорных установочных баз отпадает сложная, ответственная и часто очень длительная работа — проверка положения детали на станке. Поэтому таким базам отдается предпочтение по сравнению с проверочными. Это, однако, возможно не всегда. Так, например, при обработке отверстия в литой втулке, установленной в самоцентрирующем патроне (рис. 76, а) по опорным базам 1 и 2, могут остаться черновины. Это случится, если вследствие некачественности отливки ось необработанного отверстия значительно

смещена относительно наружной поверхности, что возможно в условиях единичного производства.

В подобном случае часто удается изготовить годную деталь, найдя путем проверки такое положение заготовки на станке, при котором ни на внутренней, ни на наружной поверхности детали черновин не получится.

Переход в процессе обработки детали от одной базы к другой всегда вводит дополнительную ошибку во взаимное расположение поверхностей, обрабатываемых от разных баз. Поэтому переходить от одной базы к другой следует лишь при наличии достаточно основательных причин, тщательно продумывая выбираемые базы с учетом изложенных выше рекомендаций.

Часть вторая

ОСНОВНЫЕ ТОКАРНЫЕ РАБОТЫ

Глава I

ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ И ТОРЦОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

1. ЧЕРНОВОЕ ОБТАЧИВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Закрепление детали при черновом обтачивании. Способ закрепления детали при черновой обработке выбирается в зависимости от ее формы, размеров, назначения и т. д. по правилам, изложенным в гл. III первой части книги. Следует помнить, что при черновом обтачивании деталей снимаются стружки больших сечений, вследствие чего возникают значительные силы резания, под действием которых деталь может быть вырвана из патрона. Поэтому закрепление детали в рассматриваемом случае должно быть особенно прочным.

Резцы для чернового обтачивания. Резцы для чернового обтачивания работают обычно при большом сечении стружки и часто при высокой скорости резания. Поэтому такой резец должен быть прочным, хорошо поглощать теплоту, образующуюся в процессе резания, и не терять твердости от нагревания во время работы. Форма передней поверхности резца должна быть такой, чтобы отделение стружки происходило с возможно большей легкостью.

Твердосплавные резцы для чернового обтачивания, называемые проходными, изображены на рис. 77. Прямые проходные резцы (рис. 77, а и б, отличающиеся друг от друга лишь формой твердосплавной пластинки) изготавливаются с главным углом в плане $\phi = 45^\circ$, 60° и 75° . Отогнутые проходные резцы (рис. 77, в), обычно штампованные, сложнее в изготовлении. Тем не менее они широко применяются, так как ими можно производить не только продольное, но и поперечное обтачивание (подрезание). Кроме того, они иногда удобнее при обработке поверхностей, трудно доступных для прямого резца. Главный угол в плане у этих резцов равен 45° .

Проходные упорные резцы (рис. 78) особенно пригодны для обработки детали с уступами небольших размеров, образуемыми этим же резцом. Главный угол в плане этих резцов 90° , что способствует уменьшению вибраций в процессе работы. Поэтому упорные резцы успешно используются при обработке нежестких деталей.

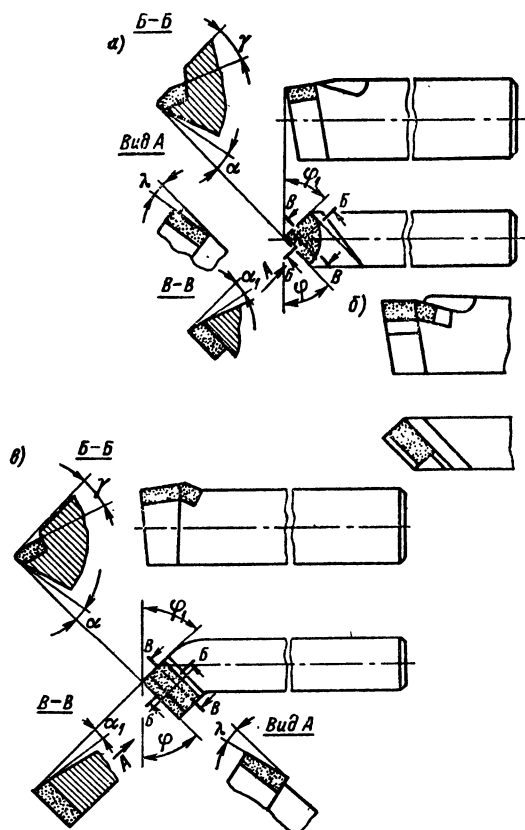


Рис. 77. Проходные резцы: прямые (а, б) и отогнутый (в)

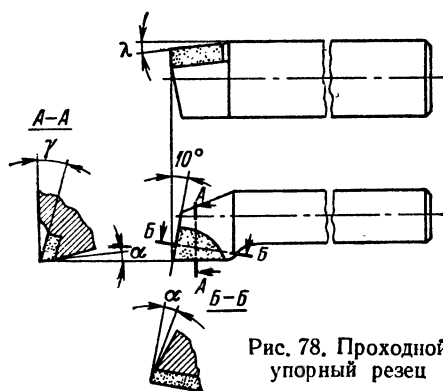


Рис. 78. Проходной упорный резец

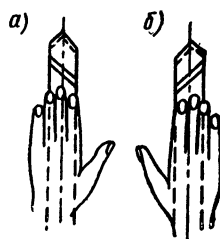


Рис. 79. Левый (а) и правый (б) резцы

Быстрорежущие резцы по своей форме подобны твердосплавным резцам того же назначения, но отличаются от них, как это будет показано ниже, величинами углов и другими элементами головки.

Правые и левые резцы. По направлению подачи, при которой работают проходные резцы, они разделяются на правые и левые. *Правыми* резцами называются такие, у которых при наложении сверху ладони правой руки так, чтобы пальцы были направлены к вершине резца, главная режущая кромка оказывается расположенной со стороны большого пальца (рис 79, б). На токарных станках эти резцы работают при подаче справа налево, т. е. от задней бабки к передней. *Левыми* резцами называются такие, у которых при указанном выше наложении левой руки главная режущая кромка расположена также со стороны большого пальца (рис. 79, а).

Материалы, применяемые для проходных резцов. Проходные резцы, используемые при обработке стальных и чугуновых деталей, изготавливаются с пластинками из твердых сплавов и из быстрорежущей стали. Марки твердых сплавов, используемых для обработки стали и чугуна при различных условиях резания, указаны в табл. 9.

Таблица 9

Основные марки твердых сплавов для черновой обработки стали и чугуна

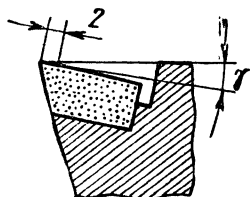
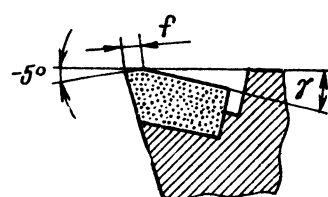
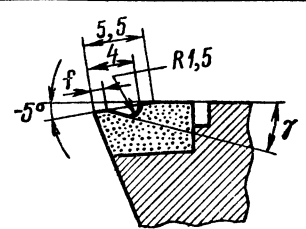
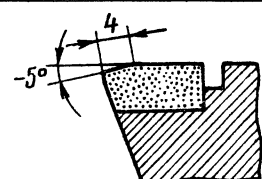
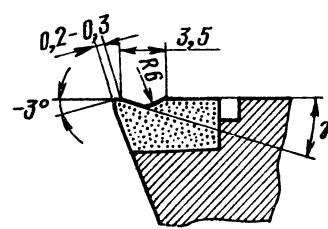
Условия резания	Обрабатываемый материал	
	Сталь углеродистая и легированная	Чугун <i>НВ</i> до 240
Обработка поковок и отливок по корке и окатине при неравномерном сечении среза и работе с ударами	T5K10 T5K12B BK8 BK8B	BK8 BK8B BK6 BK4
Обработка по корке при неравномерном сечении среза и непрерывном резании	T14K8 T5K10	BK4 BK6 BK8
Обработка по корке при относительно равномерном сечении среза и непрерывном резании	T15K6 T14K8	BK4 BK8

С меньшей, иногда значительно, производительностью обработку стали и чугуна при условиях, указанных в таблице, можно выполнять резцами из быстрорежущей стали марки P18 (или других марок).

Элементы головки и углы твердосплавных резцов. Форма передней поверхности твердосплавных резцов устанавливается в зависимости от обрабатываемого материала, характера обработки, подачи и некоторых других условий.

Формы передней поверхности у резцов с пластинками из твердых сплавов приведены в табл. 10.

Основные виды форм передней поверхности твердосплавных резцов

Номер формы	Название	Эскиз
I	Плоская с положительным передним углом	
II	Плоская с отрицательной фаской	
III	Криволинейная с отрицательной фаской	
IV	Плоская с отрицательным передним углом	
V	Криволинейная с отрицательной фаской	

Передняя поверхность формы I рекомендуется для резцов при обработке серого чугуна, бронзы и других хрупких материалов, а также при тонком и чистовом точении с подачами $s < 0,2$ мм/об. Форма II передней поверхности используется при обработке ковкого чугуна, стали и стального литья с $\sigma_b \leq 80$ кгс/мм², а также и с $\sigma_b > 80$ кгс/мм² при недостаточной жесткости системы СПИД. Форма III делается у резцов, предназначенных для обработки стали с $\sigma_b \leq 80$ кгс/мм² при необходимости завивания и дробления стружки. Форма IV применяется при черновой обработке стали и стального литья с $\sigma_b > 80$ кгс/мм² с неметаллическими включениями, при работе с ударами в условиях жесткой системы СПИД. Форма V рекомендуется при обработке нержавеющей сталей с $\sigma_b \leq 80$ кгс/мм².

Значения переднего угла твердосплавных резцов выбираются в зависимости от обрабатываемого материала; они указаны в табл. 11.

Т а б л и ц а 11

Передние углы твердосплавных резцов

Обрабатываемый материал		Передний угол γ в град
Сталь и стальное литье	σ_b до 80 кгс/мм ²	12—15
	σ_b свыше 80 кгс/мм ²	10
	$\sigma_b > 100$ кгс/мм ² по корке, загрязненной неметаллическими включениями, и при работе с ударами	—10
Чугун	Серый	5

Задний угол α у твердосплавных резцов, используемых для черновой обработки стали и чугуна, делается равным 8°.

Главный угол в плане ϕ твердосплавных резцов, применяемых в условиях нежесткой системы СПИД, принимается равным 90°. Если обработка происходит при большей жесткости этой системы, главный угол в плане может быть 60—75°. При значительной жесткости системы СПИД главный угол в плане принимают равным 45°.

Вспомогательный угол в плане ϕ_1 при черновой обработке принимается равным 5—20°, а иногда и больше.

Угол наклона главной режущей кромки λ при обработке резцом с $\phi = 90^\circ$ принимается равным 0°. При главном угле в плане, меньшем 90°, этот угол делается для обработки стали 0—5°, а для чугуна 10°. При точении с ударами угол λ делают 12—15°.

Вершину резца закругляют радиусом 0,5—1,5 мм. Ширину фаски f принимают равной 0,15—0,5 мм. Меньшие значения принимаются при малом (12×12 мм и менее) сечении резца, большие — при резце сечения 25×25 мм и более.

Проходные твердосплавные резцы для черновой и получистовой обработки выполняются как без дополнительной режущей кромки (рис. 80, а), так и с дополнительной режущей кромкой (рис. 80, б). Как будет видно из дальнейшего изложения, резцы с дополнительной режущей кромкой позволяют вести обточку со значительно большими подачами, обеспечивая в то же время весьма хорошую шероховатость поверхности $\nabla 4 - \nabla 5^1$.

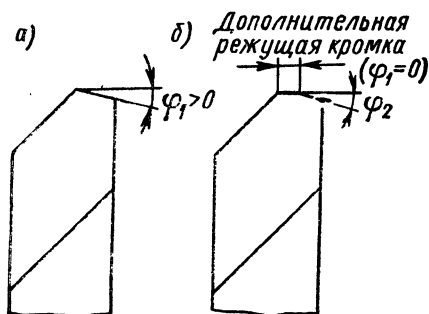


Рис. 80. Проходные резцы без дополнительной режущей кромки (а) и с дополнительной режущей кромкой (б)

Форма передней поверхности быстрорежущих резцов. Форма передней поверхности этих

резцов выбирается в зависимости от обрабатываемого материала, подачи и некоторых других условий по табл. 12 и в соответствии с общими соображениями, приведенными ниже.

Таблица 12

Формы передней поверхности быстрорежущих резцов

Номер формы	Название	Эскиз
I	Плоская с положительным передним углом	
II	Криволинейная с фаской	

Передняя поверхность по форме I делается у резцов для обработки стали, а также чугуна, бронзы и других хрупких металлов.

¹ Более подробные сведения и геометрию резца см. в части III (рис. 215).

По форме II следует делать переднюю поверхность резцов для обработки стали с $\sigma_b \leq 80 \text{ кгс/мм}^2$, вязких цветных металлов и легких сплавов при необходимости заивания стружки.

Передний угол рассматриваемых резцов, используемых для обработки стали, принимается равным $20\text{--}25^\circ$, а задний угол — равным 6° , при обработке медных сплавов передний угол — 20° , а задний — 8° . Значение главного и вспомогательного углов в плане, а также угла наклона главной режущей кромки быстрорежущих резцов можно брать по соответственным данным для твердосплавных резцов.

Рекомендуемые значения радиуса закругления при вершине резца r , элементов радиусной лунки R и A , а также размера фаски f в зависимости от сечений резца приведены в табл. 13. При обработке легких сплавов ширина фаски f принимается равной нулю.

Установка проходных резцов относительно линии центров станка. Условия работы резца изменяются в зависимости от положения его вершины относительно линии центров станка.

На рис. 81, б резец установлен таким образом, что вершина его находится на высоте центров станка. Задним углом его в этом случае является α , передним — γ и углом резания — δ .

При установке того же резца выше линии центров (рис. 81, а) передний угол γ увеличивается, а угол резания δ уменьшается.

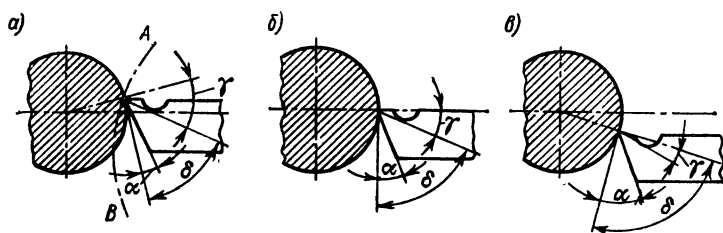


Рис. 81. Изменение углов резца в зависимости от положения его вершины относительно линии центров станка

Условия резания облегчаются, так как стружка легче сходит по передней поверхности, чем при меньшем переднем угле и, следовательно, большем угле резания. Одновременно с этим, уменьшается задний угол α , что допустимо только до определенных пределов во избежание сильного трения задней поверхности резца об обрабатываемую поверхность (поверхность резания). Если этот

Таблица 13

Значения радиуса закругления при вершине, элементов радиусной лунки и размеров фаски резца

Элемент формы	Сечение резца в мм		
	12×12, 16×10	16×16, 20×16	25×25, 32×20
r	1,0	1,5	2,0
R	3,0	5,0—8,0	12,0
A	2,5	4,0—7,0	10,0
f	0,2	0,4—0,6	0,8

же резец установить ниже линии центров станка (рис. 81, в), то, наоборот, передний угол γ уменьшается, а угол резания δ увеличивается. В результате этого условия резания значительно ухудшаются по сравнению с первыми двумя случаями. Увеличение заднего угла α , получающееся при установке резца ниже центра, не улучшает процесса отделения стружки. Из сказанного вытекает общее правило, заключающееся в следующем.

При черновом обтачивании наружных поверхностей, когда наиболее легкое отделение стружки важнее всего, резец необходимо устанавливать или на высоте линии центров станка, или несколько выше ее, но не ниже.

От этого правила отступают при черновом обтачивании очень твердых материалов. В этом случае давление стружки на резец получается очень большим и резец отгибается вниз, причем вершина его (рис. 81, а) описывает дугу AB . Если резец при этом установлен так, что вершина его расположена выше линии центров станка, он втягивается в материал детали. В результате этого неизбежны выкрашивание режущей кромки резца, а иногда и поломка его. При установке резца на высоте линии центров и в особенности ниже ее резец под давлением стружки также отгибается, но вершина его не втягивается в материал детали, а наоборот, отходит от нее.

Проверка положения вершины резца относительно линии центров станка производится по острому концу заднего центра или по риску, нанесенной на пиноли задней бабки.

Общие правила установки резца в резцедержателе. Чтобы резец во время работы не вибрировал, вследствие чего возможно выкрашивание его режущей кромки, длина свешивающейся части резца, или, как говорят, вылета, должна быть возможно меньше. На рис. 82, а показано правильное, а на рис. 82, б — неправильное положение резца.

С этой же целью подкладки под резец, применяемые при установке вершины резца относительно линии центров станка, следует располагать так, как показано на рис. 82, в. Неправильное положение подкладок показано на рис. 82, г. Лучше брать одну толстую подкладку, а не несколько тонких, так как они не всегда плотно прижимаются одна к другой (даже при затянутых болтах резцедержателя), что также может вызвать вибрацию резца.

Резец необходимо устанавливать под прямым углом к детали (рис. 82, д). Если установить резец по рис. 82, е, то во время работы под давлением снимаемой стружки он может повернуться вправо и углубиться в обрабатываемую деталь.

Некоторые особенности работы твердосплавными резцами с отрицательными передними углами. Работа резцами с отрицательными передними углами позволяет повысить режимы резания, но вызывает увеличенную нагрузку на механизмы станка и обрабатываемую деталь. Поэтому для обеспечения нормальной работы необходимо соблюдать следующие основные правила.

1. Станок, на котором производится работа, должен быть в полном порядке. Подшипники должны быть нормально затянуты; ремень передачи и имеющийся на станке фрикцион должны быть хорошо пригнаны; суппорт станка должен двигаться плавно, без рывков.

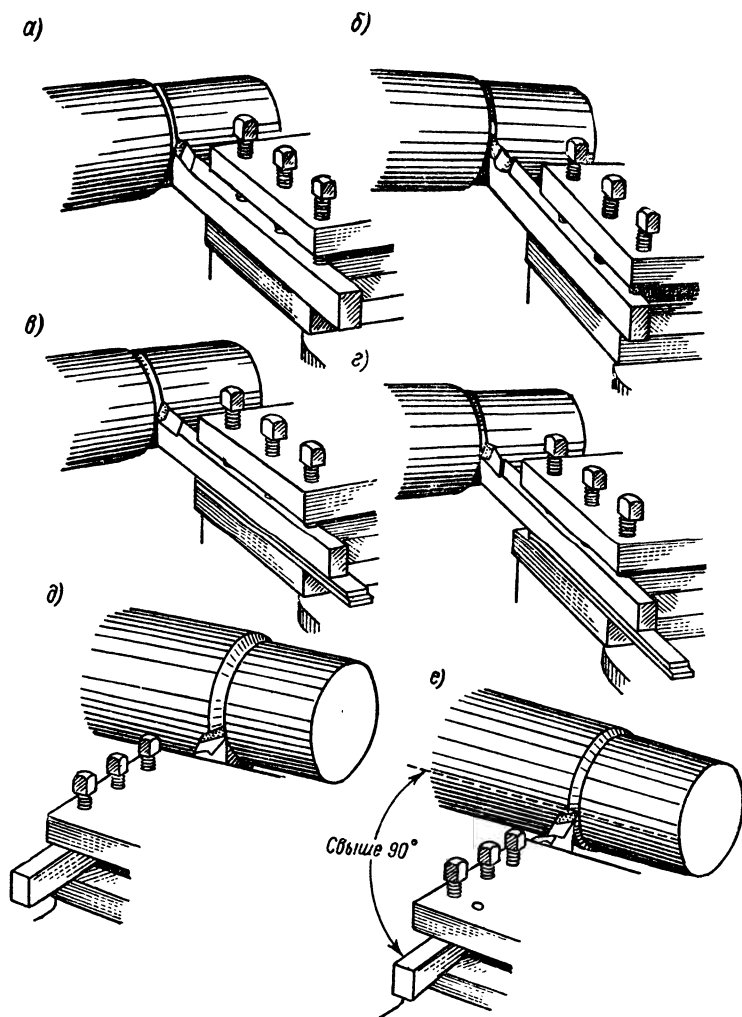


Рис. 82. Установка резца в резцедержателе: правильная (а, в, д) и неправильная (б, г, е)

2. Деталь, обрабатываемая как в патроне, так и в центрах, должна быть закреплена надежно.

3. Задний центр при работе на повышенных оборотах детали должен быть твердосплавным или вращающимся.

4. При установке резца относительно центра станка при черновом обтачивании вершину его следует устанавливать выше центра на 0,01 диаметра обрабатываемой детали.

5. Во избежание вибраций резца его вылет по величине не должен превышать высоты державки.

6. Работать следует только доведенным резцом.

7. Резец следует подводить к детали только при ее вращении. Врезание резца в деталь следует осуществлять вручную и постепенно, так, чтобы задняя вспомогательная поверхность не касалась обрабатываемой поверхности. Только после того, как врезание закончено, можно включить автоматическую подачу суппорта.

8. Отводить резец следует до остановки станка, предварительно выключив автоматическую подачу.

9. При точении по корке следует работать с наибольшей допустимой глубиной резания и избегать скольжения резца по окалине.

10. Ширина среза не должна превышать $2/3$ длины режущей кромки резца.

Режимы резания при черновом обтачивании твердосплавными резцами. Глубина резания при черновом обтачивании обычно бывает несколько меньше полного припуска на обработку. Слой металла, оставшийся при этом несрезанным, образует припуск на дальнейшую обработку. Подача выбирается с учетом сечения резца, глубины резания и диаметра обрабатываемой детали. Значения подач для наиболее часто выполняемых работ на станках средней величины приведены в табл. 14, 16, 18 и 20.

Таблица 14

Подачи (в мм/об) при черновом обтачивании стали
твердосплавными резцами

Размер стержня резца в мм	Диаметр детали в мм до	Глубина резания в мм до			
		3	5	8	12
16×25	40	0,4—0,5	0,3—0,4	—	—
	60	0,5—0,7	0,4—0,6	0,3—0,5	—
	100	0,6—0,9	0,5—0,7	0,5—0,6	0,4—0,5
25×25 20×30	40	0,4—0,5	0,3—0,4	—	—
	60	0,6—0,7	0,5—0,7	0,4—0,6	—
	100	0,8—1,0	0,7—0,9	0,5—0,7	0,4—0,7

Определение скорости резания для данной обработки производится в два приема:

1) по одной из таблиц (табл. 15, 17, 19 или 21) определяется скорость резания для условий, наиболее близких к заданным;

2) числовое значение этой скорости умножается на поправочные коэффициенты, учитывающие конкретные условия предстоящей обработки.

Главнейшими из таких условий являются стойкость резца (коэффициент K_1), механические свойства обрабатываемого материала (коэффициент K_2), состояние обрабатываемой поверхности (коэффициент K_3), материал резца (коэффициент K_4) и его главный угол в плане (коэффициент K_5). Значения этих коэффициентов приведены в табл. 22.

Таблица 15

Скорости резания (в м/мин) при черновом обтачивании углеродистой, хромистой, хромоникелевой сталей и стального литья твердосплавными резцами

Глубина резания в мм	Подача в мм/об				
	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2
3	198	166	140	127	—
5	180	155	130	118	112
8	—	144	121	110	105
12	—	—	113	103	98

Примечание. Поправочные коэффициенты см. табл. 22.

Таблица 16

Подачи (в мм/об) при черновом обтачивании стали твердосплавными резцами с дополнительной режущей кромкой ($\varphi_1 = 0$)

Размер стержня резца в мм	Диаметр детали в мм до	Главный угол в плане			
		Φ = 45°		Φ = 90°	
		Глубина резания в мм до			
		3	5	3	5
16×25	40	1,0—1,2	—	1,0—1,2	—
	60	1,4—1,5	1,0—1,2	1,2—1,4	1,0—1,2
	100 и более	1,8—2,0	1,3—1,5	1,2—1,6	1,0—1,4
25×25 20×30	40	1,0—1,2	—	1,0—1,2	—
	60	1,4—1,5	1,0—1,2	1,2—1,4	1,0—1,2
	100 и более	1,8—2,5	1,4—2,0	1,2—1,8	1,0—1,4

Таблица 17

Скорости резания (в м/мин) при черновом обтачивании углеродистой, хромистой, хромоникелевой сталей и стального литья твердосплавными резцами с дополнительной режущей кромкой ($\varphi_1=0$)

Глубина резания в мм	Подача в мм/об				
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
3	125	111	101	95	90
4	120	106	97	91	80
5	116	103	94	88	—

Примечание. Поправочные коэффициенты см. табл. 22.

Таблица 18

Подачи (в мм/об) при черновом обтачивании серого чугуна твердосплавными резцами

Размер стержня резца в мм	Диаметр детали в мм до	Глубина резания в мм			
		3	5	8	12
16×25	40	0,4—0,5	—	—	—
	60	0,6—0,8	0,5—0,8	0,4—0,6	—
	100	0,8—1,2	0,7—1,2	0,6—0,8	0,5—0,7
25×25 20×30	40	0,4—0,5	—	—	—
	60	0,6—0,9	0,5—0,8	0,4—0,7	—
	100	0,9—1,3	0,8—1,2	0,7—1,0	0,5—0,8

Примечание. При обработке прерывистых поверхностей и работе с ударами табличные значения подач следует умножать на 0,75—0,85.

Таблица 19

Скорости резания (в м/мин) при черновом обтачивании серого чугуна твердосплавными резцами

Глубина резания в мм	Подача в мм/об				
	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2
3	138	121	100	91	—
5	128	112	92	85	78
8	—	104	86	78	73
12	—	—	80	74	68

Примечание. Поправочные коэффициенты см. табл. 22

Таблица 20

Подачи (в мм/об) при черновом обтачивании серого чугуна
твердосплавными резцами с дополнительной режущей кромкой ($\varphi_1 = 0$)

Размер стержня резца в мм	Диаметр детали в мм	Главный угол в плане резца			
		$\varphi = 45^\circ$		$\varphi = 90^\circ$	
		Глубина резания в мм			
		3	5	3	5
16×25	40	1,0—1,4	—	1,0—1,2	—
	60	1,5—1,8	1,0—1,4	1,2—1,5	1,0—1,2
	100 и более	2,0—2,4	1,5—2,0	1,5—2,0	1,0—1,4
25×25 20×30	40	1,0—1,4	—	1,0—1,2	—
	60	1,5—1,8	1,0—1,4	1,2—1,5	1,0—1,2
	100 и более	2,0—2,8	1,5—2,5	1,5—2,2	1,2—1,5

Таблица 21

Скорости резания при черновом обтачивании серого чугуна
твердосплавными резцами с дополнительной режущей кромкой ($\varphi_1 = 0$)

Глубина резания в мм	Подача в мм/об				
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
3	100	86	76	69	64
4	94	80	71	65	61
5	91	78	68	63	—
Примечание. Поправочные коэффициенты см. табл. 22.					

Пример. Какая должна быть скорость резания при черновом обтачивании детали из углеродистой стали с $\sigma_s = 60$ кгс/мм², резцом из твердого сплава Т5К10 при $\varphi_1 > 0$, сечении резца 25×25 мм, главном угле в плане резца 45°, стойкости резца 90 мин, глубине резания 8 мм. Диаметр детали 100 мм. Заготовка — прокат без корки.

По табл. 14 находим, что при сечении резца 25×25 мм, при диаметре детали 100 мм и глубине резания 8 мм подача должна быть равна 0,5—0,7 мм/об. Принимаем подачу 0,5 мм/об.

По табл. 15 находим, что при глубине резания 8 мм и подаче 0,5 мм/об скорость резания должна быть 144 м/мин.

По табл. 22 находим, что в данном случае $K_1 = 0,92$; $K_2 = 1,35$; $K_3 = 1,00$; $K_4 = 0,65$ и $K_5 = 1,00$. Поэтому при указанных в примере условиях $v = 144 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 = 144 \cdot 0,92 \cdot 1,35 \cdot 1,00 \cdot 0,65 \cdot 1,00 = 116,21 = 116$ м/мин.

Т а б л и ц а 22

Поправочные коэффициенты к табличным значениям скоростей резания твердосплавными резацами

Стой- кость реза	Обработка стали и чугуна резцом $\varphi_1 > 0$	Т в мин K_1	30 1,15	45 1,06	60 1,00	90 0,92	120 0,87	180 0,80
	Обработка стали резцом $\varphi_1 = 0$	Т в мин K_1	20 1,16	30 1,08	45 1,00	60 0,95	75 0,91	90 0,88
	Обработка чугуна резцом $\varphi_1 = 0$	Т в мин K_1	20 1,12	30 1,00	45 0,89	60 0,83	75 0,78	90 0,74
Обраба- тывае- мый матери- ал	Сталь	σ_B в кгс/мм ² K_2	40—50 1,65	50—60 1,35	60—70 1,15	70—80 1,00	80—90 0,88	90—100 0,75
	Чугун	НВ K_3	120—140 1,60	140—160 1,34	160—180 1,15	180—200 1,00	200—220 0,88	220—250 0,77
Обрабатываемая поверхность		Состояние K_3	Без корки 1,00		С коркой 0,80—0,85		С загрязненной коркой 0,50—0,60	
Мате- риал реза	Обработка стали	Марка K_4	Т5К10 0,65		Т14К8 0,85		Т15К6 1,00	
	Обработка чугуна	Марка K_4	ВК8В 0,80		ВК8 0,90		ВК6 1,00	
Главный угол в плане реза	Обработка стали	φ K_5	45° 1,00		60° 0,92		75° 0,86	
	Обработка чугуна	φ K_5	45° 1,00		60° 0,90		75° 0,83	

П р и м е ч а н и е. При получистовой и чистовой обработке резацами с минералокерамическими пластинами поправочный коэффициент можно принять равным: 1,3 — при обработке стали; 1,5 — при обработке чугуна.

Режимы резания при черновом обтачивании быстрорежущими резцами. Ниже приводятся краткие таблицы подач (табл. 23) и скоростей резания быстрорежущими резцами. Скорости резания, приводимые в табл. 24, относятся к определенным условиям работы и рассчитаны исходя из условной стойкости резца, равной 60 мин. При выборе скорости резания для других условий работы табличные данные необходимо умножить на поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 25.

Таблица 23

Подачи (в мм/об) при черновом обтачивании стали быстрорежущими резцами марки P18

Размер стержня резца в мм	Диаметр детали в мм до	Глубина резания в мм до		
		3	5	8
16×25	20	0,3—0,4	—	—
	40	0,4—0,6	—	—
	60	0,6—0,8	0,5—0,7	0,4—0,6
	100	0,7—1,0	0,6—0,9	0,6—0,8
25×25 20×30	20	0,3—0,4	—	—
	40	0,4—0,5	—	—
	60	0,7—0,8	0,6—0,8	—
	100	0,9—1,1	0,8—1,0	0,7—0,9

Примечание. При обработке прерывистой поверхности и работе с ударами табличные значения подач следует умножить на 0,75—0,85.

Таблица 24

Скорости резания (в м/мин) при черновом обтачивании углеродистой стали быстрорежущими резцами марки P18

Глубина резания в мм	Подача в мм/об				
	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2
2	56	40	30	26	—
5	50	30	26	22	20
8	—	31	23	20	18
12	—	—	21	18	16

Примечание. Поправочные коэффициенты см табл. 25

**Поправочные коэффициенты к табличным значениям скоростей
резания быстрорежущими резцами Р18**

Стойкость резца	T в мин K_1	30 1,10	45 1,05	60 1,00	90 0,95	120 0,90
Обрабатываемый материал	σ_B в кгс/мм ² K_2	40—50 2,20	50—60 1,70	60—70 1,30	70—80 1,00	80—90 0,80
Обрабатываемая поверхность	Состояние K_3	Без корки Прокат и поковки 1,00		С коркой Прокат 0,90		Поковки 0,80
Главный угол в плане резца	φ K_4	45° 1,00	60° 0,85	75° 0,75	90° 0,65	
Охлаждение	— K_5	С охлаждением 1,00		Без охлаждения 0,80		

При обработке быстрорежущими резцами сталей и других материалов (кроме серого чугуна) полезно, как это указывалось выше, применять охлаждение. В качестве смазочно-охлаждающих жидкостей при обработке конструкционных и инструментальных сталей используются эмульсия и сульфифрезол, при легированных сталях — эмульсия и сурепное масло, при стальных отливках — эмульсия. При обработке серого чугуна охлаждение не применяется.

Измерения при черновом обтачивании. Грубые измерения диаметров детали при черновом обтачивании наружных цилиндрических поверхностей производятся кронциркулем и линейкой.

Простым кронциркулем (рис. 83, а), дужки которого соединены шарниром, можно измерять диаметры до 500 мм и даже более. Пружинные кронциркули (рис. 83, б) применяются при измерении диаметров до 50 мм, реже до 100 мм.

Пример измерения диаметра детали пружинным кронциркулем показан на рис. 84.

Раствор кронциркуля можно считать соответствующим измеряемому диаметру детали, если кронциркуль свободно проходит

через нее с легким касанием и без сильного нажима. Простой кронциркуль устанавливается на требуемый размер легкими ударами наружной или внутренней стороны одной из его дужек об обрабатываемую деталь, рукоятку винта, суппорта и т. д.

Установка на требуемый раствор пружинного кронциркуля значительно удобнее, чем простого, благодаря особому устройству гайки винта, стягивающего дужки кронциркуля. Гайка (рис. 85)

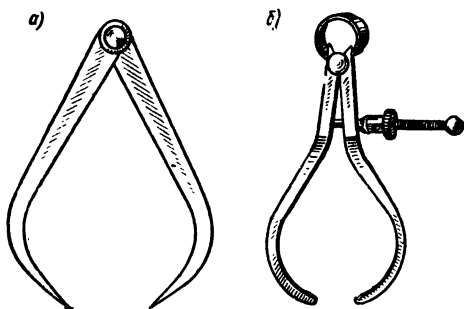


Рис. 83. Кронциркули: обыкновенный (а) и пружинный (б)

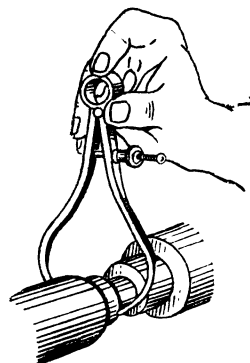


Рис. 84. Измерение детали кронциркулем

состоит из двух частей 2 и 5, соединенных (шарнирно) головкой 3. Втулочка 1 не имеет резьбы. Она свободно перемещается по винту 4 и входит в коническое гнездо, имеющееся в дужке кронциркуля. Внутренним конусом втулочка охватывает части 2 и 5 гайки и сжимает их. При вращении головки 3 раствор кронциркуля изменяется. Винт 4 имеет резьбу с мелким шагом, а поэтому установка раствора кронциркуля может быть очень точной. При необходимости значительно увеличить раствор кронциркуля достаточно сжать его дужки рукой, вследствие чего давление втулочки на части 2 и 5 гайки прекратится, и они разойдутся. Это дает возможность быстро перемещать гайку по винту, не вращая ее. Достоинство пружинного кронциркуля состоит еще в том, что раствор его не изменяется при случайных ударах дужек о деталь, части станка и т. п.

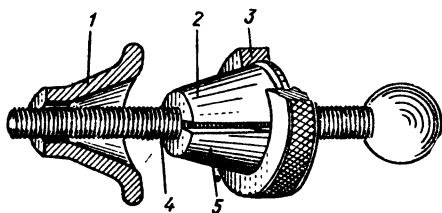


Рис. 85. Гайка пружинного кронциркуля

Установив раствор кронциркуля, определяют величину его по измерительной линейке (рис. 86). Такие линейки имеют миллиметровые деления. Самое маленькое деление миллиметровой шкалы линейки равно 0,5 или 1 мм.

Погрешность измерения кронциркулем и линейкой лежит в пределах от 0,3 до 0,5 мм. При установке кронциркуля на требуемый

размер по точному шлифованному валику точность измерения колеблется в пределах от 0,03 до 0,05 мм, но не больше. Точность этого измерения в значительной степени зависит от состояния кронциркуля и линейки. Необходимо, чтобы рабочие поверхности губок плотно сдвинутых дужек кронциркуля соприкасались по всей длине. Вращение дужек простого кронциркуля около соединяющей их оси должно быть не слишком слабым, чтобы дужки сохраняли положение, в котором они были установлены при измерении. Если дужки кронциркуля соединены слишком туго, то при измерении детали они пружинят, а не вращаются около оси.

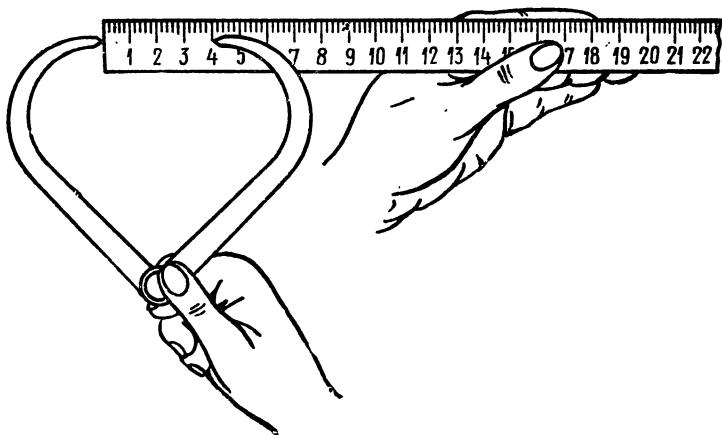


Рис. 86. Определение величины раствора кронциркуля по измерительной линейке

Наиболее употребительным инструментом при черновом обрабатывании для измерения длин обрабатываемых деталей служит линейка с делениями. При измерении длины цилиндрических деталей необходимо, чтобы линейка соприкасалась с цилиндрической поверхностью по ее образующей (параллельно оси цилиндра). При наклонном положении линейки отсчет будет неправильным (увеличенным). При измерении диаметра линейку необходимо располагать таким образом, чтобы кромка ее проходила через центр детали, иначе будет произведено измерение не диаметра детали, а ее хорды. Отметим, что расположить линейку точно по диаметру детали очень трудно. Поэтому измерять диаметры детали линейкой следует только предварительно.

Более точные измерения диаметров обрабатываемых деталей производятся штангенциркулем с точностью отсчета до 0,1 мм.

Такой штангенциркуль типа ШЦ-1 (рис. 87) состоит из штанги 3 с губками А и С, рамки 2 с губками В и D и линейки 4, соединенной с рамкой 2. Рамка охватывает штангу 3 и может перемещаться по ней. Для закрепления рамки в требуемом положении служит винт 1 с накатанной головкой.

Губки *C* и *D* рассматриваемого штангенциркуля используются при измерении наружных диаметров и длины детали, губки *A* и *B* — при измерении диаметров отверстий, ширины различных канавок и т. п., а линейка 4 — для измерения длины деталей, глубины канавок, выточек и т. д. На штанге 3 нанесена шкала, каждое деление которой равно 1 мм. На нижней скошенной кромке выреза рамки 2 нанесена вторая шкала, называемая нониусом. Общая длина

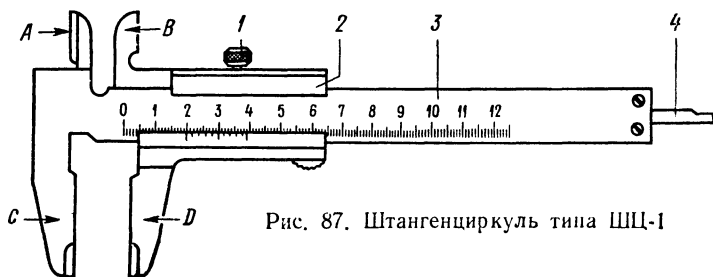


Рис. 87. Штангенциркуль типа ШЦ-1

шкалы нониуса, разделенная на 10 частей, равна 19 делениям шкалы, нанесенной на штанге, т. е. 19 мм.

Штрихи штанги и нониуса, около которых нанесен знак нуля, называются нулевыми. Шкалы на штанге и нониусе расположены таким образом, что когда губки штангенциркуля сдвинуты плотно, нулевой штрих нониуса точно совпадает с нулевым штрихом штанги. Поэтому измерение длин, диаметров и т. д., содержащих целое число миллиметров, производится по нулевому штриху нониуса. Если, например, при измерении какой-либо детали нулевой штрих нониуса точно совпал с 12-м штрихом штанги (рис. 88, *a*), это значит, что данный размер детали равен 12 мм. Если нулевой штрих нониуса не совпадает с каким-либо штрихом штанги, замечают прежде всего, какой штрих штанги уже пройден нулевым штрихом нониуса. На рис. 88, *б* это 16-й штрих. Затем смотрят, какой штрих нониуса лучше всех остальных совпадает с каким-либо штрихом штанги. На рисунке это 6-й штрих. Это значит, что штангенциркуль установлен на размер 16,6 мм. Показание штангенциркуля на рис. 88, *в* соответствует размеру 8,4 мм. Таким образом, величина отсчета по нониусу рассмотренного штангенциркуля составляет 0,1 мм. Погрешность измерения лежит в пределах $\pm 0,1$ мм и зависит от точности отсчета по нониусу и от измеряемой длины.

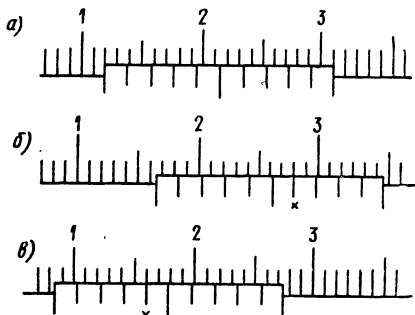


Рис. 88. Отсчет показаний штангенциркуля

Измерение небольшого наружного диаметра детали штангенциркулем показано на рис. 89, а. При таком измерении штанга штангенциркуля не должна касаться поверхности измеряемой детали. Если штангенциркуль окажется в положении, показанном на

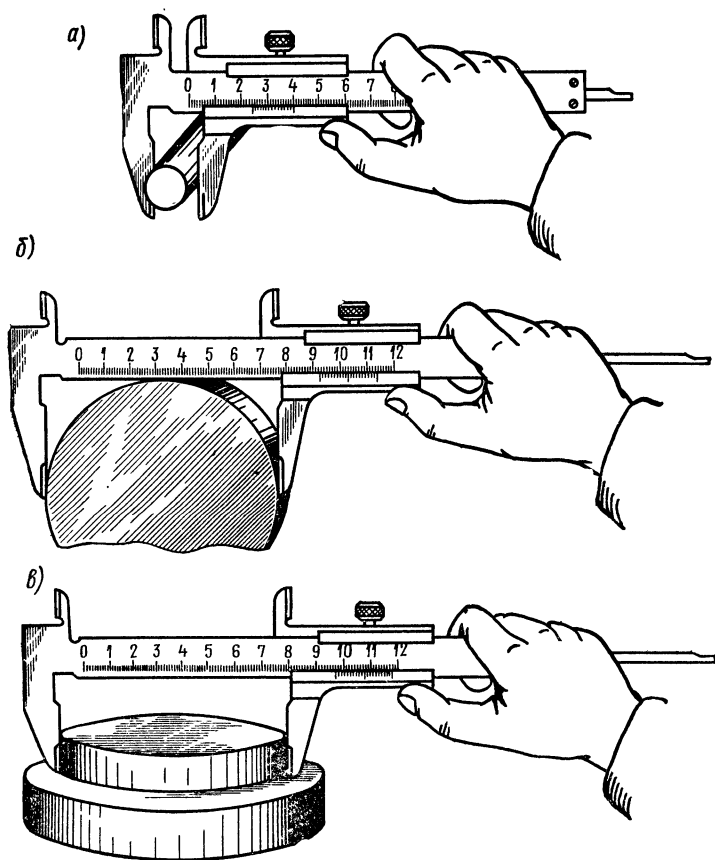


Рис. 89. Приемы измерений штангенциркулем: правильное измерение небольшого диаметра (а), неправильное (б) и правильное (в) измерения большого диаметра

рис. 89, б, то будет измерена, очевидно, хорда, а не диаметр детали. Правильный способ применения штангенциркуля для измерения большого наружного диаметра детали изображен на рис. 89, в.

Если при плотно сдвинутых губках штангенциркуля нулевой штрих нониуса не совпадает с нулевым штрихом штанги, или при совпадении этих штрихов рабочие поверхности губок касаются друг друга не по всей своей длине, это означает, что штангенциркуль неисправен и должен быть сдан в ремонт.

Отметим, что иногда значительное уменьшение времени, затрачиваемого на измерение детали, достигается путем использования лимбов винтов суппорта. Одно деление лимба, показанного на рис. 90, *а*, соответствует изменению диаметра обрабатываемой детали на 0,1 мм.

Если, например, после прохода резца диаметр детали получился равным 40,6 мм, причем с неподвижной риской совпало 26-е деление рассматриваемого лимба, а перед следующим проходом резца

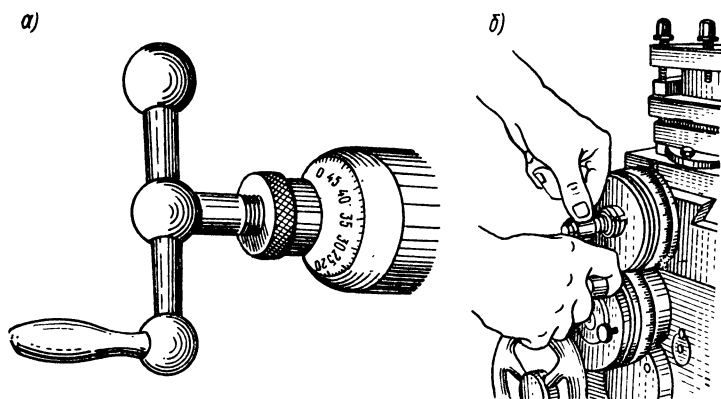


Рис. 90. Лимбы винта поперечного суппорта токарного станка

рукоятка повернута так, чтобы с неподвижной риской совпало 28-е деление лимба, то диаметр детали получится равным $40,6 - 0,2 = 40,4$ мм.

Существуют лимбы, обеспечивающие более точный отсчет перемещения резца, а следовательно, и получение более точного диаметра обрабатываемой поверхности детали, как например, лимб, установка по которому резца показана на рис. 90, *б*.

Точность размеров деталей и шероховатость поверхностей, получающихся при черновом обтачивании. Диаметры детали при черновом обтачивании получаются в пределах 4—5-го классов точности, а шероховатость обработанных поверхностей в пределах 3—4-го классов чистоты.

2. ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА И ОТДЕЛКА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Предварительные замечания. Целью чистового обтачивания является получение поверхностей с малой шероховатостью, точных по форме и размерам. В ряде случаев, однако, чистовому обтачиванию подвергаются и такие детали, поверхности которых могут быть неточными.

Подготовка станка для чистового и точного обтачивания. Поверхность с малой шероховатостью и точные размеры детали могут

быть получены только на вполне исправном станке. Поэтому до начала такой работы должны быть устранены излишняя слабина шпинделя в подшипнике, его «игра» в осевом направлении, а также чрезмерные зазоры в подвижных сопряжениях частей суппорта. Если предстоит обработка детали, закрепленной с поддержкой задним центром, необходимо проверить положение задней бабки.

Проверка работы шпинделя должна производиться слесарем-ремонтником. Излишняя слабина в сопряжении частей суппорта устраняется обычно самим токарем — регулировкой положения клиньев, нажимных винтов и т. д.

Положение задней бабки проверяется также самим токарем. С этой целью в шпиндель передней бабки и пиноль задней бабки вставляют центры с острыми (но не с закругленными) концами и подвигают заднюю бабку к передней настолько, чтобы центры коснулись друг друга. При правильном положении бабки концы центров должны совпадать. Несовпадение центров обнаруживается легче и отчетливее, если под ними держать лист белой бумаги. Оно устраняется смещением задней бабки по ее промежуточной плите.

Для более точной проверки положения задней бабки в центрах станка устанавливается пруток наибольшей возможной для данного станка длины. На небольшой длине прутка (15—20 мм) как можно ближе к хомутику протачивают шейку. Глубина резания должна быть при этом не более 0,5 мм, подача — 0,1—0,2 мм/об. Затем, не отводя резца назад, снимают пруток со станка и перемещают суппорт в сторону задней бабки, пока резец не дойдет до заднего центра. После этого снова устанавливают пруток в центрах и на правом конце его протачивают вторую шейку длиной 15—20 мм. При правильно установленной задней бабке обе шейки должны иметь одинаковые диаметры. Если диаметр второй шейки больше диаметра первой, бабку надо сдвинуть в сторону токаря; в противном случае бабка должна быть сдвинута назад, от токаря. Переместив бабку в ту или другую сторону, следует закрепить ее, в том же порядке снова проточить обе шейки, измерить их и т. д., пока диаметры обеих шеек не получатся одинаковыми (в пределах требуемой точности).

Закрепление деталей при чистовой обработке. Закрепление детали при чистовой обработке должно быть прочным, чтобы не могло получиться смещения ее во время обработки. Если несколько поверхностей детали будут обработаны хотя бы и при одном закреплении, но при разных положениях из-за смещения детали, то совпадения осей этих поверхностей не будет и деталь может быть забракована. Чрезмерно прочное закрепление некоторых деталей при чистовой обработке может быть, однако, вредным. Если, например, слишком сильно зажать кулачки патрона при обработке тонкостенного кольца, то после снятия со станка оно будет иметь совсем не ту форму, которую имело, когда производилась его обработка (см. рис. 65). Если чистовая обработка детали производится сразу после чернового

обтачивания, то такого изменения формы детали можно избежать, немного ослабив кулачки патрона перед чистовой обработкой.

При закреплении детали в самоцентрирующем патроне за обработанную поверхность, когда требуется, чтобы оси поверхностей, ранее обработанной и обрабатываемой, при данном закреплении

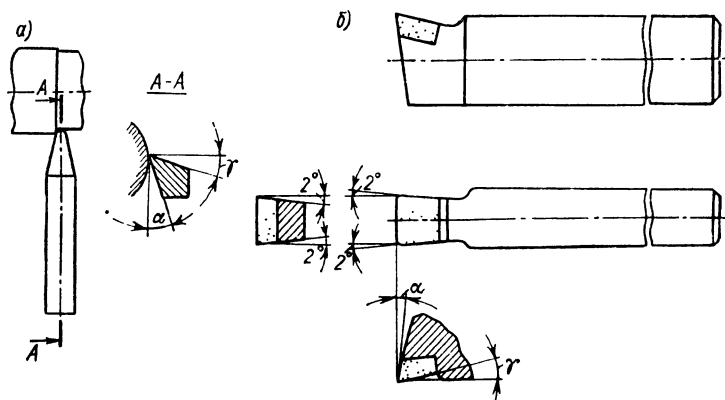


Рис. 91. Чистовые резцы

детали совпадали, следует учитывать неточность патрона и пользоваться разрезной втулкой или кольцами, рассмотренными выше (см. рис. 48).

Резцы для чистового обтачивания. Такие резцы должны обеспечивать получение поверхностей с наименьшей шероховатостью. В соответствии с этим требованием и выбирается их форма.

Наиболее желательной там, где он обеспечивает требования шероховатости поверхности, является работа с обычным проходным резцом.

На рис. 91, а показан чистовой резец, применяемый только для чистового обтачивания с малой подачей. При чистовом обтачивании с крупной подачей пользуются резцами, показанными на рис. 91, б и называемыми лопаточными или широкими.

Во время работы указанными выше чистовыми резцами иногда происходит вырывание твердых вкраплений, которые бывают в материале обрабатываемой детали. Вследствие этого на поверхности детали получаются углубления, портящие поверхность. Поэтому, если необходимо получить очень чистую поверхность детали, ее обрабатывают резцом, установленным в пружинящей державке (рис. 92). В этом случае режущая кромка резца не вырывает вкраплений в материале детали, а, отходя от обрабатываемой поверхности, как бы заглаживает их. Однако при пружинении резца

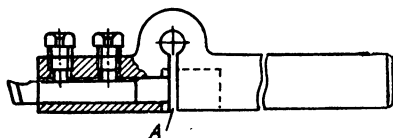


Рис. 92. Пружинящая державка для чистового резца

Форма и размеры детали часто получаются неточными даже на хорошем исправном станке. При работе подпружиненным резцом хорошие результаты получаются, если поверхность обрабатывается за несколько проходов. Это следует делать при обработке особо ответственных деталей в индивидуальном производстве, так как производительность при этом резко снижается. Если резец пружинит слишком сильно, то в щель *A* закладывается кусок кожи или дерева.

Материалы, применяемые для чистовых резцов. При чистовом точении резцы снимают стружку небольших сечений, но работают (сравнительно с черновым точением) при высоких скоростях резания и не должны при этом терять своей твердости. Кроме того, материалы чистовых резцов должны быть такими, чтобы их режущая кромка хорошо сопротивлялась износу от истирания.

В соответствии с этими требованиями для чистовых резцов при обработке стальных и чугуновых деталей применяются в качестве режущих материалов быстрорежущая сталь, твердые сплавы или минералокерамика марки ЦМ-332.

В последние годы кроме минералокерамики в качестве инструментального материала для чистовых резцов стали применять керметы, содержащие кроме окиси алюминия присадки таких металлов¹, как вольфрам, молибден, бор, титан и др., в количестве до 10%. Эти присадки, уменьшая несколько хрупкость, одновременно, однако, понижают и износостойкость. Испытания кермета марки НС20М² показали неплохие результаты. Минералокерамику и керметы применяют в тех случаях, когда жесткость системы СПИД достаточно велика. При очень большой жесткости этой системы резцы с минералокерамическими пластинками применяют иногда и для получистового и даже чернового точения.

В зависимости от условий резания и обрабатываемого материала твердые сплавы применяются разных марок. Выбор марки твердого сплава для чистового точения указан в табл. 26.

Углы и другие элементы головки чистовых резцов. Форму передней поверхности и значение переднего угла твердосплавных чистовых резцов можно выбирать по табл. 10 и 11. Задний угол α чистовых резцов, используемых для обтачивания стали и цветных сплавов, делается 12°, а при обработке серого чугуна 10°. Вспомогательный угол в плане φ_1 чистовых проходных резцов независимо от обрабатываемого материала принимается в пределах 5—10°, а угол наклона главной режущей кромки λ от —2 до —4°. Остальные элементы те же, что и для черновых твердосплавных резцов.

При выборе формы передней поверхности, передних и других углов и прочих элементов чистовых быстрорежущих резцов можно пользоваться данными табл. 12 и 13 и общими указаниями, приведенными на стр. 11, относящимися к быстрорежущим резцам для черновой обработки. Увеличивается лишь значение заднего угла

¹ Отсюда и название керметы — керамикометаллические соединения, получаемые спеканием.

² Производство ГДР. Испытания проводились МНИИПТмашем, Кемерово.

α до 12° . Отметим, что чем чище должна быть обрабатываемая поверхность, тем большим следует брать передний угол резца (т. е. тем меньшим должен быть угол резания). При увеличении переднего угла резца заедание его, а также вибрации уменьшаются, поэтому обрабатываемая поверхность получается более чистой.

Т а б л и ц а 26

Марки твердых сплавов для чистовой обработки некоторых материалов

Условия резания	Обрабатываемый материал			
	Сталь		Чугун <i>HВ</i> до 240	Неметаллические материалы
	углеродистая и легированная	закаленная		
Получистовое и чистовое точение при прерывистом резании	T15K6 T14K8 T5K10	T14K8 T5K10 BK4 BK8	BK4 BK6 BK8	BK2 BK3M BK4
То же при непрерывном резании	T30K4 T15K6	T15K6 T14K8 T5K10 BK6M BK3M	BK2 BK3M BK4	BK2 BK3M
Тонкое точение при прерывистом резании	T30K4 T15K6	T14K8 T5K10 BK4	BK2 BK3M BK4	BK2 BK3M BK4
То же при непрерывном резании	T15K6 T30K4 T60K6	T30K4 T15K6 BK6M BK3M	BK2 BK3M	BK2 BK3M

Минералокерамические пластинки весьма редко припаивают. Предпочтительнее для них является механическое крепление, с применением державок типа, показанных на рис. 16.

Форма передней поверхности может быть рекомендована соответствующей форме II (для твердосплавных резцов, стр. 114) при обработке стали и чугуна или форме III — при обработке стали. Ширина отрицательной фаски — от 0,2 до 0,4 мм. Передний угол γ принимается равным $10-15^\circ$ при обработке стали с σ_b до 70 кгс/мм^2 , а при большем значении σ_b — не более 10° ; при обработке чугуна — от $+5^\circ$ до -10° . Задние углы α в пределах $8-10^\circ$. Радиус при вершине резца $r = 1 \text{ мм}$. Размеры стружкоотводящей лунки при форме III те же, что и для твердосплавных резцов. Угол наклона λ режущей кромки при равномерном припуске принимается в пределах от 0 до 5° , при неравномерном — до 12° . Рекомендации для выбора угла в плане те же, что и для твердосплавных резцов.

Установка резцов при чистовом обтачивании. Если установить резец так, чтобы вершина его была выше линии центров станка (см. рис. 81, а), то, как это мы отметили выше, резец вытягивается в материал детали. Поверхность детали при этом получается нечистой, а диаметр ее уменьшается, что часто недопустимо при чистовой обработке. При установке вершины резца на линии центров станка и тем более ниже ее такого вытягивания резца не происходит. Из сказанного вытекает следующее правило.

Чистовые резцы следует устанавливать так, чтобы вершина их была расположена на высоте линии центров станка или несколько ниже ее.

Припуски при чистовом обтачивании. Припуски при чистовом обтачивании назначаются в зависимости от диаметра и длины детали.

Таблица 27

Припуски на диаметр под чистовое
обтачивание ($\nabla 5$)
Размеры в мм

Диаметр детали	Длина детали		
	до 500	свыше 500 до 1000	свыше 1000 до 2000
Свыше 5 до 20	1,0	1,0	1,2
» 20 » 50	1,5	1,5	2,0
» 50 » 100	1,5	2,0	2,0
» 100 » 200	2,0	2,0	3,0

Средние величины этих припусков приведены в табл. 27.

Режимы резания при чистовой обработке. Глубина резания при чистовом обтачивании должна быть небольшой и чаще всего равна величине припуска. Для обеспечения шероховатости в пределах пятого класса ($\nabla 5$) глубина резания может достигать 2 мм, обеспечение же шестого ($\nabla 6$), а тем более седьмого ($\nabla 7$) классов шероховатости достигается лишь при

малых глубинах резания, не более 0,3 — 0,4 мм, а в особо ответственных случаях — 0,1 мм.

Подачи выбираются в зависимости от требуемой шероховатости обрабатываемой поверхности, вспомогательного угла в плане резца, скорости резания и некоторых других факторов. Значения подач, применяемых при чистовой обработке, указаны в табл. 28. Скорости резания при чистовом обтачивании твердосплавными резцами можно принимать по табл. 29 и 30, а при работе быстрорежущими резцами — по табл. 31.

При выборе скорости резания в условиях, отличных от указанных в табл. 29 — 30, табличные данные необходимо умножать на поправочные коэффициенты, приведенные в табл. 22 и 25.

Подачи и скорости резания при чистовом обтачивании широкими твердосплавными резцами следует принимать по табл. 32.

Охлаждение при чистовой обработке. Хорошо охлаждаемый чистовой резец мало нагревается, не теряет твердости и поэтому сравнительно медленно изнашивается. Благодаря этому повышается точность размеров обрабатываемых деталей.

**Подачи при чистовом обтачивании твердосплавными
и быстрорежущими резцами (кроме широких)**

Класс чистоты	Обрабаты- ваемый материал	Вспомога- тельный угол в плане φ_1 в град	Скорость резания в м/мин	Подача в мм/об	
				при $r = 1$ мм	при $r = 2$ мм
$\nabla 3$	Сталь и чугун	5 10 15	Любая	1,00—1,10 0,80—0,90 0,70—0,80	1,30—1,50 1,00—1,10 0,90—1,00
$\nabla 4$		5 10—15		0,55—0,70 0,45—0,60	0,70—0,85 0,60—0,70
$\nabla 5$	Сталь	5	До 50 50—100 Свыше 100	0,25—0,35 0,35—0,40 0,40—0,50	0,30—0,45 0,40—0,55 0,50—0,60
		10—15	До 50 50—100 Свыше 100	0,25—0,30 0,30—0,35 0,35—0,40	0,30—0,40 0,35—0,50 0,50—0,55
	Чугун	5 10—15	Любая	0,30—0,50 0,25—0,40	0,45—0,65 0,40—0,60
$\nabla 6$	Сталь	До 5 включи- тельно	30—50 50—80 80—100 100—130 Свыше 130	0,11—0,15 0,14—0,20 0,16—0,25 0,20—0,30 0,25—0,30	0,14—0,22 0,17—0,25 0,23—0,35 0,25—0,39 0,35—0,39
	Чугун		Любая	0,15—0,25	0,20—0,35
$\nabla 7$	Сталь		100—110 110—130 Свыше 130	0,12—0,15 0,13—0,18 0,17—0,20	0,14—0,17 0,17—0,23 0,21—0,27

Примечание. Подачи, указанные в таблице, относятся к обработке стали с $\sigma_B = 70 \div 90$ кгс/мм². При обработке стали с $\sigma_B = 50 \div 70$ кгс/мм² значения подач следует умножать на 1,25, при $\sigma_B = 90 \div 110$ кгс/мм² — на 0,75.

Таблица 29

**Скорости резания в м/мин при чистовом продольном обтачивании
конструкционной углеродистой, хромистой и хромоникелевой
сталей твердосплавными резцами марки Т15К6**

Глубина резания в мм	Подача в мм/об					
	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
1,0	272	258	238	—	—	—
1,5	256	238	224	198	—	—
2,0	246	232	214	191	179	166

Таблица 30

**Скорости резания в м/мин при чистовом продольном обтачивании
серого чугуна твердосплавными резцами марки ВК6**

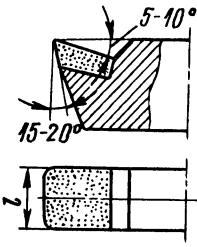
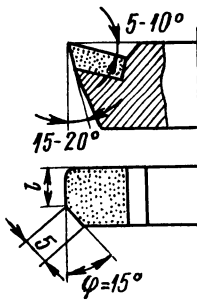
Глубина резания в мм	Подача в мм/об					
	0,15	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60
1,0	188	178	165	—	—	—
1,5	175	167	154	146	—	—
2,0	169	160	148	140	128	118

Таблица 31

**Скорости резания в м/мин при чистовом продольном обтачивании
быстрорежущими резцами**

Глубина резания в мм	Подача в мм/об	Обрабатываемый материал	
		Сталь средней твердо- сти $\sigma_B = 50 \div 80$ кгс/мм ² (обработка с охлажде- нием)	Чугун средней твер- дости $HB\ 150-180$ (обработка без охлаж- дения)
1,0	0,10	107	49
	0,15	93	44
	0,20	85	40
	0,25	79	37
1,5	0,15	85	41
	0,20	77	37
	0,25	71	35
	0,30	63	33
2,0	0,20	71	36
	0,25	66	34
	0,30	59	32
	0,40	49	29

Режимы резания при чистовом обрабатывании широкими
твердосплавными резцами

Обрабатываемый материал	Форма и углы резца	Класс шероховатости	Длина режущей кромки l в мм	Глубина резания t в мм	Подача s в мм/об	Скорость резания v в м/мин
Сталь		$\nabla 6$ $\nabla 7$	2s 3s	До 0,01	4,0—6,0	150—300
Серый чугун		$\nabla 5$ $\nabla 6$	2s 3s	0,5—1,0 0,2—0,3	5,0—8,0	50—60
Примечания: 1. Прямолинейный участок режущей кромки должен быть доведен до шероховатости 10-го класса чистоты с проверкой прямолинейности по линейке (на просвет). 2. Режущая кромка резца, установленного на станке, должна быть расположена строго параллельно направлению подачи (на образующей детали).						

Применение смазочно-охлаждающей жидкости, содержащей маслянистые вещества, например эмульсии, облегчает отделение стружки, вследствие чего обрабатываемая поверхность получается чистой, без рванин. Охлаждение уменьшает нагревание детали, а следовательно, и изменение ее размеров. Это дает возможность измерять деталь с достаточной точностью, не ожидая, пока она охладится. Кроме того, уменьшение нагревания детали понижает опасность ее коробления.

Сказанное выше относится главным образом к обработке стали. При обработке чугуна охлаждение применяется преимущественно в тех случаях, когда оно имеет целью препятствовать нагреванию обрабатываемой детали.

Измерения при чистовой обработке. Измерение деталей в этом случае производится точным штангенциркулем или микрометром. Точные штангенциркули изготавливаются с величиной отсчета по нониусу 0,05 или 0,02 мм.

Штангенциркуль с величиной отсчета 0,05 мм изображен на рис. 93. Подвижная рамка его состоит из двух частей — собственно рамки 3 с губкой и добавочного ползунка 6, при помощи которого производится точная установка штангенциркуля. Освободив винты 1 и 2, закрепляющие подвижную рамку и ползунок на штанге штангенциркуля, грубо устанавливают штангенциркуль на требуемый

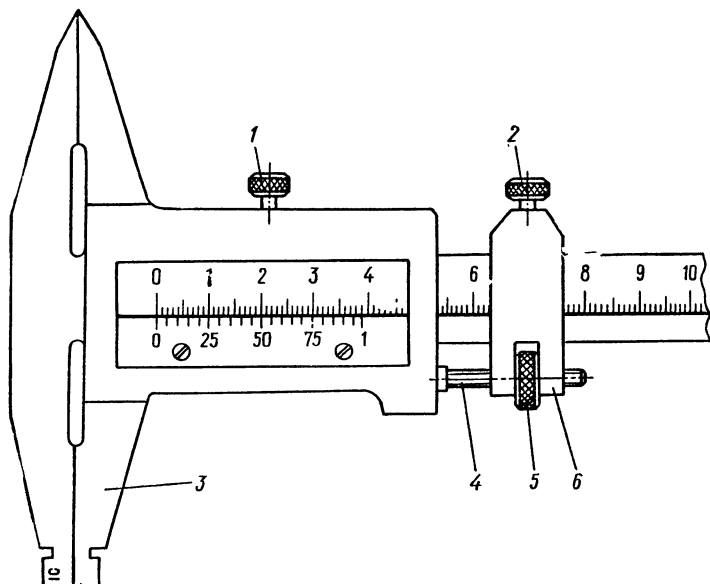


Рис. 93. Точный штангенциркуль типа ШЦ-2

размер; рамка 3 и ползунок 6 перемещаются при этом вместе. Затем ползунок 6 закрепляют винтом 2 и при помощи микрометрического винта 4, вращая накатанную гайку 5, точно устанавливают штангенциркуль. Закрепив винт 1, читают полученный размер.

Нониус рассматриваемого штангенциркуля имеет 20 делений, каждое из которых при отсчете принимается за пять. Поэтому цифра 25 нанесена на нониус против 5-го штриха, цифра 50 против 10-го и т. д. Таким образом, 1-й штрих нониуса дает 5-е деление, 4-й — 20-е, 1-й после 25-го — 30-е деление и т. д. Все 20 делений нониуса равны 39 делениям штанги, т. е. 39 мм, так что каждое его деление равно $\frac{39}{20} = \frac{195}{100} = 1,95$ мм. Вследствие этого никакие два или более штрихов нониуса не могут одновременно совпадать со штрихами шкалы штанги. Исключение составляют нуле-

вой и самый последний штрихи нониуса, которые одновременно совпадают со штрихами шкалы штанги. Отсчет показания штангенциркуля при таком положении нониуса производится только по нулевому штриху, но не по последнему.

В тот момент, когда 1-й штрих нониуса (после нулевого) точно совпадает со 2-м штрихом шкалы штанги, расстояние между измерительными поверхностями ножек штангенциркуля составит $2 - 1,95 = 0,05$ мм. Если 2-й штрих нониуса совпадает со штрихом штанги, показание штангенциркуля составляет $4 - 2 \cdot 1,95 = 4 - 3,9 = 0,1$ мм. Если рамку сдвинуть еще немного так, чтобы со штрихом штанги совпал 3-й штрих нониуса, расстояние между измерительными поверхностями будет 0,15 мм. Таким образом, совпадение каждого последующего штриха добавляет 0,05 мм, что кратно обозначениям на шкале нониуса.

Совпадение нулевого штриха нониуса с 1-м штрихом шкалы штанги соответствует расстоянию между измерительными поверхностями губок, равному 1 мм, с 10-м штрихом — расстоянию 10 мм и т. д. Следовательно, число делений шкалы штанги, пройденных нулевым штрихом нониуса, показывает число целых миллиметров, а совпадение соответствующего штриха нониуса с каким-либо штрихом штанги дает сотые доли миллиметров. Например, показание штангенциркуля на рис. 94, а составляет 0,35 мм; на рис. 94, б изображено показание штангенциркуля, равное 1,35 мм, и на рис. 94, в — равное 12,85 мм.

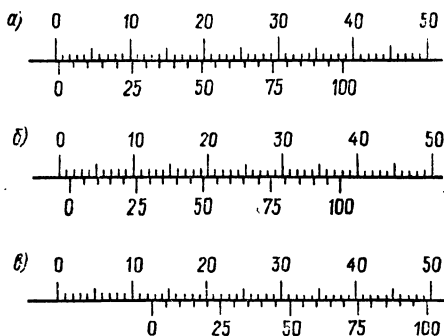


Рис. 94. Отсчет показаний точного штангенциркуля

Микрометр, показанный на рис. 95, устроен следующим образом. В левом конце дуги 1 запрессована пятка 2. Другой конец дуги имеет гильзу 5, внутри которой расположена направляющая втулка 6 с внутренней резьбой. На правом конце гильзы сделан надрез и нарезана коническая резьба, на которую навертывается накатанная гайка 8. Посредством этой гайки обеспечивается плавное перемещение шпинделя 3 в направляющей втулке 6 и устраняется зазор в резьбовом соединении шпинделя с направляющей втулкой, получающийся вследствие износа резьбы. Гильза 5 охватывается барабаном 7, соединенным (коническое сопряжение) со шпинделем 3 посредством колпачка 9. При вращении шпинделя за накатанную втулку 10 он перемещается в осевом направлении до тех пор, пока левый конец его не коснется поверхности измеряемой детали, прижатой противоположной стороной к пятке 2. Винтом 13 втулка 10 удерживается на шпинделе микрометра. Во втулке имеется отверстие,

в котором расположен заостренный штифт 11. Этот штифт под действием пружины 12 прижимается к зубьям¹ на торцевой поверхности колпачка 9. Благодаря такому устройству, называемому трещоткой, перемещение шпинделя, вращаемого за втулку 10, в осевом направлении прекращается, как только усилие, с которым он прижимается к детали, достигнет определенной для данного

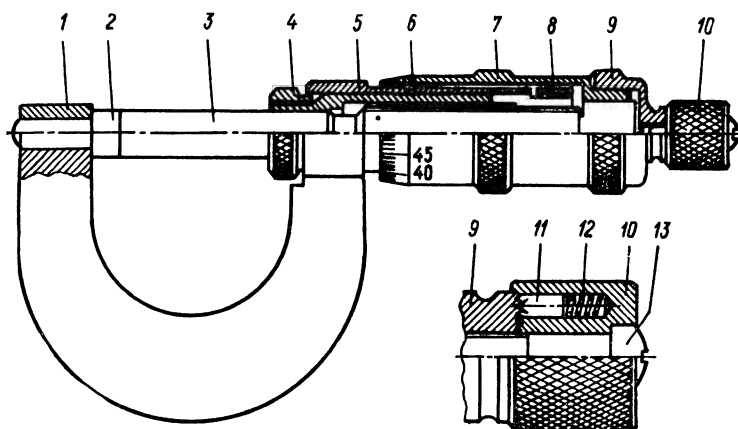


Рис. 95. Микрометр

микрометра величины. В этот момент заостренный конец штифта 11 будет проскакивать по зубьям на колпачке 9, чем и обеспечивается постоянство измерительного усилия. Посредством гайки 4, накручиваемой на левый надрезанный конец втулки 6, шпиндель микрометра может быть закреплен в выбранном положении.

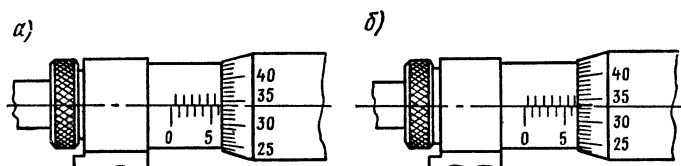


Рис. 96. Отсчет показаний микрометра

Для производства отсчета по микрометру на гильзе 5 имеется продольная риска, около которой перпендикулярными ей штрихами нанесены деления. Каждое деление, отмеченное штрихом, равно 1 мм. Штрихи, нанесенные по другую сторону продольной риски (рис. 96), смещены относительно первой шкалы на 0,5 мм. Резьба на шпинделе микрометра имеет такой шаг, что за один полный оборот он перемещается на 0,5 мм, т. е. на одно маленькое (между верхним и нижним штрихами) деление.

¹ На рис. 95 эти зубья условно повернуты на 90°.

Левый конец барабана микрометра представляет собой конус, причем на поверхности конуса нанесено 50 делений. Так как один полный оборот шпинделя 3 дает продольное перемещение его на 0,5 мм, то поворот барабана на одно деление шкалы, нанесенной на его коническом конце, вызывает продольное перемещение шпинделя на $\frac{0,5}{50} = \frac{1}{100}$ мм.

Когда шпиндель микрометра подведен к его пятке, конец барабана совпадает с нулевым штрихом шкалы, нанесенной на гильзе, а нулевой штрих барабана — с продольной риской. После поворота барабана на один полный оборот раствор микрометра будет равен 0,5 мм. Сообщив барабану еще один полный оборот, мы будем иметь расстояние между пяткой и шпинделем, равное 1 мм. Если конец барабана пройдет несколько нижних делений шкалы, нанесенной на гильзе, но не дойдет до ближайшего верхнего штриха, показывающего половины миллиметров, и будет остановлен в этом положении, то штрих барабана, совпадающий в этот момент с продольной риской гильзы, покажет, сколько сотых долей миллиметра прошел шпиндель микрометра сверх целого миллиметра.

На рис. 96, а изображено положение барабана, при котором микрометр показывает 6,34 мм. Если барабан будет повернут еще на полный оборот, то с продольной риской гильзы совпадет тот же 34-й штрих шкалы барабана. Но кромка последнего уже пройдет верхний штрих шкалы гильзы (рис. 96, б), и микрометр будет показывать теперь 6,84 мм.

Микрометр, изображенный на рис. 95, служит для измерения в пределах от 0 до 25 мм. Микрометры изготавливаются также с пределами измерений от 25 до 50 мм, от 50 до 75 мм и т. д. до 600 мм. Микрометры, применяемые для измерения больших диаметров, отличаются от рассмотренного размерами и конструкцией дуги.

Из приведенного описания устройства микрометра видно, что точность отсчета по микрометру равна 0,01 мм. Но оценивая на глаз интервал между штрихами шкалы барабана, можно повысить точность отсчета до 0,005 мм. Учитывая же неизбежные погрешности, получающиеся вследствие не вполне правильного положения микрометра во время измерения и других причин, погрешность измерения микрометром следует считать в пределах $\pm 0,01$ мм.

При измерении мелких деталей микрометр находится в правой руке (рис. 97, а). Микрометр прижимают мизинцем или безымянным пальцем к ладони, а большим и указательным пальцами вращают барабан или головку трещотки. Измеряя деталь сравнительно больших размеров, микрометр держат левой рукой у пятки (рис. 97, б), а правой поддерживают его, вращая пальцами этой руки барабан или трещотку.

Рычажный микрометр устроен аналогично, но имеет дополнительное устройство, встроенное в корпус, с помощью которого точность отсчета повышается до 0,002 мм. В токарной практике

такими микрометрами следует пользоваться лишь в исключительных случаях, при необходимости достижения точности выше 0,020 мм.

Проверка диаметров деталей, изготавливаемых в условиях взаимозаменяемости, производится предельными скобами (рис. 98). Жесткая скоба (рис. 98, а) имеет два постоянных размера, обозначенных

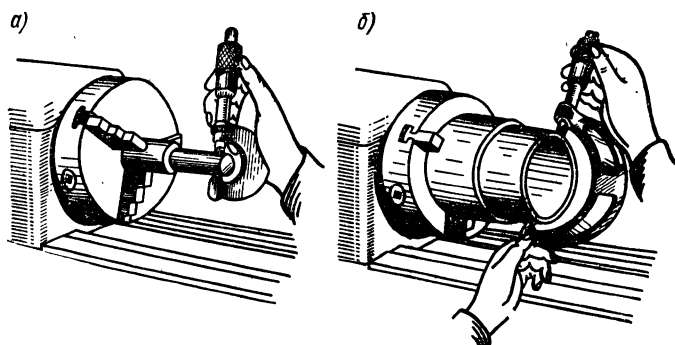


Рис. 97. Измерение детали микрометром

на рисунке *ПР* и *НЕ*, соответствующих наибольшему и наименьшему допустимым (предельным) диаметрам проверяемой поверхности детали.

Измерительные губки 4 и 5 регулируемой предельной скобы (рис. 98, б) устанавливаются на требуемый размер посредством винтов 2 и 3 и закрепляются винтами 1. Губка 6, прикрепленная

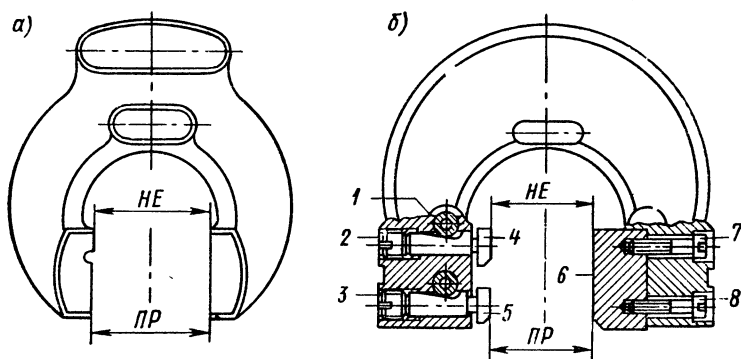


Рис. 98. Предельные скобы

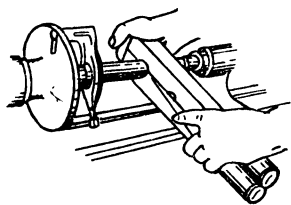
к корпусу винтами 7 и 8, постоянная. Расстояние между губками 5 и 6 соответствует наибольшему, а между 4 и 6 — наименьшему предельному диаметру детали. Губки 5 и 6 образуют между собой проходную сторону скобы, обозначаемую *ПР*. Губки, установленные по наименьшему предельному размеру, не должны проходить через деталь, даже если она имеет наименьший размер. Эти губки образуют непроходную сторону скобы, обозначаемую *НЕ*.

При проверке детали скобой нельзя применять больших усилий. Проходная сторона должна проходить через деталь под действием собственного веса скобы.

Отметим, что при чистовой обработке деталей, так же как при черновом обтачивании, сокращение продолжительности обработки может быть достигнуто использованием лимбов винтов суппорта.

Точность размеров и шероховатость поверхностей, получаемых при чистовой обработке. Точность размеров при чистовой обработке достигается в пределах классов 2а—3а, а иногда и выше, шероховатость — в пределах 5—6-го классов чистоты, а в некото-

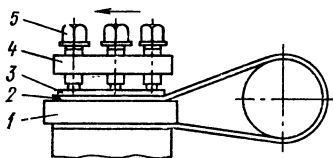
а)



рых случаях выше. Для достижения таких результатов обязательными условиями являются исправность станка, тщательность его настройки и определенные навыки токаря.

Отделка наружных поверхностей. Значительное снижение шероховатости поверхности без одновременного повышения ее точности достигается *полированием*. При тщательной подготовке поверхности

б)



в)

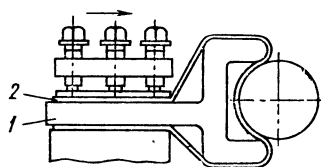


Рис. 99. Приемы полирования абразивным полотном

резцом, грубым полированием (с применением грубого абразивного полотна зернистостью № 6, 5 или 4 или среднего — зернистостью № 3 и 2) можно довести шероховатость до $\nabla 7$ — $\nabla 8$, а, применяя полотна (шкурки) мелкие и отделочные (№ 1, 0, 00, 000), добиваться шероховатости $\nabla 10$ — $\nabla 11$. Полирование обычно ведется с помощью деревянных жимков, охватывающих деталь и прижимающих полотно к ее поверхности (рис. 99, а). Можно вести полирование также по схемам, показанным на рис. 99, б и в. В первом случае деталь, как и в жимках, охватывается лентой абразивного полотна 2. Во втором случае имеет место касание детали по меньшей дуге окружности и нагрев ее уменьшается. Зажимается лента в резцедержателе 4 болтами 5 с помощью державок 1 и зажимной планки 3. Натяжение ленты, а также перемещение ее вдоль оси детали осуществляется соответствующими рукоятками суппорта.

Полирование производится при быстро вращающейся детали (60—70 м/мин). Деталь иногда значительно нагревается, особенно когда применяется жимок. Поэтому необходимо внимательно

следить за задним центром, постоянно смазывать его и время от времени проверять, насколько туго он зажат. Слишком сильный нажим центра при ручных работах допускать нельзя.

Для предохранения станка от абразивной пыли необходимо тщательно накрывать направляющие станины плотной тканью.

Более совершенным методом, доступным к применению на любом токарном станке и получившим в последнее время большое распространение, является метод *обкатывания* цилиндрических (а также торцовых) *поверхностей* роликами (рис. 100, а) или шарами.

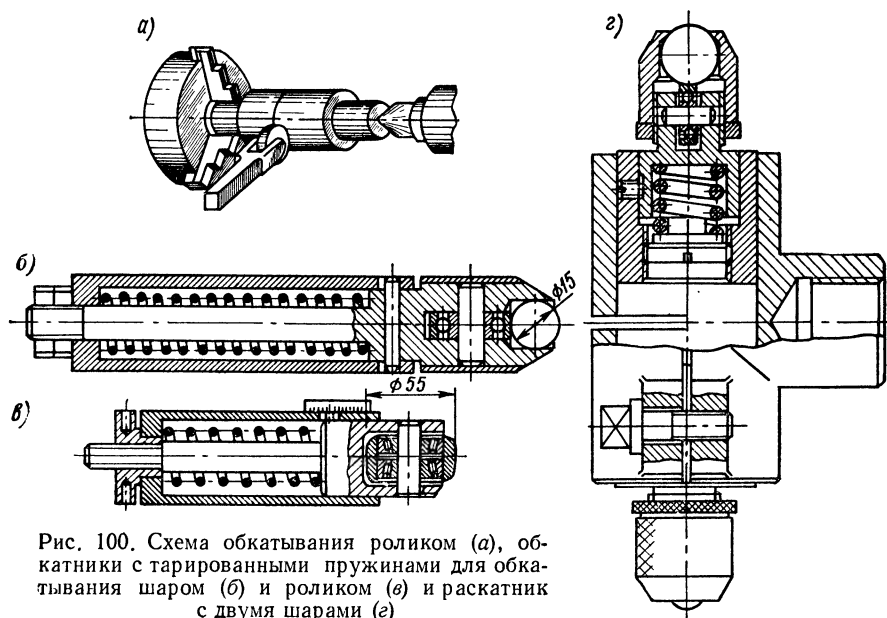


Рис. 100. Схема обкатывания роликом (а), обкатники с тарированными пружинами для обкатывания шаром (б) и роликом (в) и раскатник с двумя шарами (г)

Роликовые или шариковые обкатники типа показанных на рис. 100, б и в закрепляются в резцедержателе аналогично резцам, а раскатники типа, показанного на рис. 100, г, с помощью державки с конусным хвостом — в пиноли задней бабки или то же в резцедержателе.

С целью устранения влияния на качество обработки обкатыванием неточности формы предварительно обточенной заготовки поджатие ролика или шара к обрабатываемой поверхности осуществляется через тарированную пружину. В результате обкатывание практически не изменяет форму обрабатываемой заготовки, а размер уменьшается при обработке наружных поверхностей (и увеличивается при раскатывании внутренних) в незначительных пределах, как правило, не превышающих 0,01 — 0,015 мм. Сущность процесса обкатывания состоит в том, что поджимаемый с определенным усилием к обрабатываемой поверхности ролик или шар вдавливаются в поверхностный слой металла заготовки и, перемещаясь относительно нее, пластически деформирует полученные после точения

неровности, в результате чего происходит их выглаживание — шероховатость поверхности уменьшается и одновременно поверхностный слой упрочняется. За один проход шероховатость исходной поверхности может быть снижена на два-три класса, а микротвердость повышена по сравнению с исходной на 25—40%.

Другими достоинствами процесса обкатывания по сравнению с обработкой резанием является сохранение целостности волокон металла, отсутствие шаржирования (введения) в поверхностный слой инородных абразивных частиц, что имеет место после полирования или притирки, возможность использования в качестве инструмента высококачественных дешевых покупных шаров и др.

Однако все эти преимущества способа обкатывания роликами и шарами достигаются лишь при условии выбора и применения правильного режима. От выбранных значений параметров режима — усилия обкатывания (раскатывания), подачи и числа проходов — зависят шероховатость поверхности, степень упрочнения, физические свойства металла, а также производительность обработки. Усилие обкатывания должно быть тем больше, чем менее пластичен обкатываемый материал, чем выше шероховатость и волнистость исходной поверхности, чем выше требования к шероховатости детали, чем больше радиус сферы, ролика или шара, чем больше подача и скорость при обкатывании и чем меньше число проходов.

Усилие обкатывания может быть определено методом пробных проходов, который состоит в том, что на небольших по длине участках (15—20 мм) заготовки или на специальном образце производится обкатывание с последовательно и постепенно возрастающим усилием, пока заданные требования не будут достигнуты.

Подача влияет главным образом на шероховатость, образующуюся при обкатывании поверхности. Значения величин подач, обеспечивающих требуемый класс шероховатости в зависимости от исходной шероховатости, диаметра и количества шаров, приведены в табл. 33.

Число проходов сравнительно мало сказывается на качественных показателях чистовой обработки обкатыванием. Лишь второй проход может улучшить шероховатость поверхности в пределах одного класса. Поскольку обкатывание (раскатывание) даже за два прохода резко снижает производительность обработки, необходимо во всех случаях стремиться установить такой режим, при котором требуемый размер, шероховатость поверхности или упрочнение будут достигнуты за один проход. Второй проход неизбежен, как правило, лишь при грубой и неоднородной исходной шероховатости поверхности.

Изменение размера при обкатывании столь незначительно, что припуск можно не оставлять. Однако при обработке деталей малых диаметров, а также высокоточных деталей необходимо учитывать изменение размеров, используя данные, приведенные в специальной литературе.

Величина подачи при обкатывании и раскатывании в зависимости от исходной и требуемой шероховатости, диаметра и числа шаров

Класс чистоты		Число шаров в инструменте	Величина подачи в мм/об в зависимости от диаметра шара в мм				
требуемый	исходный		6	10	20	40	100
▽8	▽5	1	0,20	0,25	0,35	0,50	0,80
		2	0,40	0,50	0,70	0,10	1,60
		3	0,60	0,75	1,10	1,50	2,50
▽9	▽6	1	0,14	0,20	0,25	0,35	0,60
		2	0,30	0,40	0,50	0,70	1,20
		3	0,35	0,60	0,75	1,00	1,80
▽10	▽6	1	0,10	0,15	0,20	0,25	0,40
		2	0,20	0,30	0,40	0,50	0,80
		3	0,30	0,45	0,60	0,75	1,20
▽11	▽7	1	0,07	0,10	0,12	0,20	0,30
		2	0,15	0,20	0,25	0,40	0,60
		3	0,20	0,30	0,40	0,60	0,90
▽12	▽7	1	0,05	0,06	0,09	0,12	0,20
		2	0,10	0,15	0,20	0,25	0,40
		3	0,15	0,20	0,30	0,40	0,60

Отделочная обработка наружных цилиндрических поверхностей может также осуществляться на токарных станках следующими методами.

1. Метод тонкого точения. Он может применяться при большой жесткости системы СПИД и ведется на высоких скоростях резания — до 300 м/мин при обработке стали и чугуна и до 500 м/мин, а иногда и выше, при обработке цветных сплавов, при малых подачах от 0,01 до 0,06 мм/об и малой глубине резания — 0,01—0,3 мм. Для обработки стали и чугуна используются твердосплавные резцы, а для обработки цветных сплавов — алмазные¹. Обеспечивается точность до 1-го класса, шероховатость — до ▽11.

Проходной резец сборной конструкции с механическим креплением алмаза для обработки деталей из цветных сплавов показан на рис. 101. Резец состоит из державки 1, вставки 2 с алмазом, накладки 3, винта 4 и цилиндрического штифта 5. Вставка 2 состоит из сплава порошковой смеси (80% меди и 20% олова). Стойкость

¹ Поэтому этот метод иногда называют методом алмазного точения.

такого резца при тщательном обращении с ним может составить 100—200 ч машинного времени.

Еще большую стойкость при обработке цветных сплавов обеспечивают резцы, оснащенные вместо алмазов поликристаллами высокопрочного нитрида бора — эльбором. Они могут применяться также для обработки стальных и, в частности, закаленных деталей.

2. Метод притирки поверхностей абразивными порошками с помощью инструментов-притиров обеспечивает точность до 1-го класса, шероховатость до $\nabla 10$. Притиры — разрезные втулки, обычно из мягкого чугуна, изготавливаются с отверстием несколько большим, чем диаметр притираемой шейки детали. На поверхность отверстия притира наносится абразивный порошок, чаще паста, например паста ГОИ.

Притир сжимается металлическим жимком типа, изображенного на рис. 99, а.

Притирка, как и тонкое точение, применяется для отделки как наружных, так и внутренних цилиндрических поверхностей.

3. Метод суперфиниширования (отделка колеблющимися абразивными брусками) обеспечивает получение на наружных цилиндрических поверхностях весьма малой шероховатости (без обеспечения точности), соответствующей 10—13-му классам шероховатости ¹.

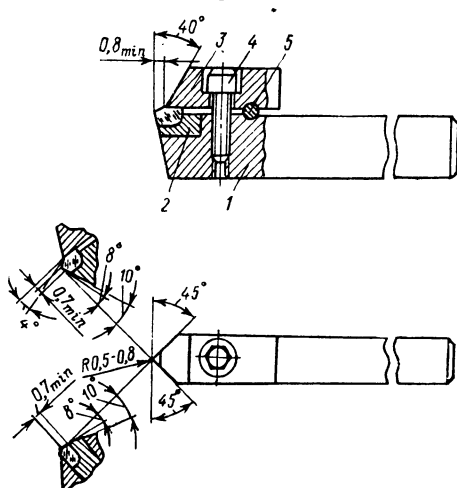


Рис. 101. Резец с механическим креплением алмаза

3. ОБРАБОТКА ТОРЦОВ И УСТУПОВ

Резцы для обработки торцов и уступов. Обработка торцов деталей производится подрезными резцами (рис. 102). Подрезной торцовый резец (рис. 102, а) пригоден лишь для обработки открытых поверхностей, например торца детали, закрепленной в патроне без поддержки задним центром. Он не пригоден для обработки торцов валов и других деталей, поддерживаемых задним центром. Раньше, чем вершина такого резца приблизится к центру обрабатываемой поверхности, правый конец его главной режущей кромки упрется в центр. Не помогает в этом случае и применение полуплоского центра (см. рис. 41, з). Достоинство рассматриваемого резца —

¹ Подробнее об этих методах см. справочную литературу (стр. 332).

массивность его головки, хорошо поглощающей теплоту резания. При обработке деталей, закрепленных без поддержки задним центром, торцовые поверхности их, обращенные к задней бабке, можно обтачивать и проходными прямыми резцами, устанавливая их в резцедержателе параллельно линии центров станка.

Подрезным резцом, изображенным на рис. 102, б, можно обрабатывать торцы валов и других деталей, установленных в центрах, уступы и многие другие поверхности. Недостаток такого резца: он хуже поглощает теплоту резания.

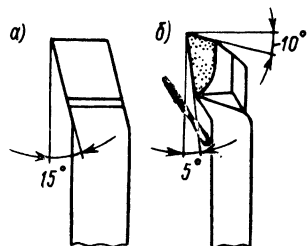


Рис. 102. Подрезные резцы

Подрезные резцы бывают правые и левые. Правыми резцами пользуются для обработки торцовых поверхностей. Уступы, обращенные к задней бабке, обрабатывают правыми, а к передней бабке — левыми подрезными резцами.

Материалы и углы подрезных резцов. Подрезные резцы изготавливаются с пластинками из быстрорежущих сталей и из твердых сплавов, применяемых для проходных резцов. Формы передней поверхности подрезных резцов те же, что и для проходных. Главный задний угол α подрезных резцов делается равным 12° . Передний угол этих резцов выбирается в зависимости от обрабатываемого материала по табл. 11.

Значения главного и вспомогательного углов в плане подрезных резцов указаны на рис. 102.

Направление подачи при подрезании торцов. При обтачивании торцовых поверхностей резцом, показанным на рис. 102, б, существенное значение имеет направление подачи. Если подача резца направлена от центра (рис. 103, а) по стрелке А, то под действием давления резания резец будет отходить несколько в сторону от обрабатываемой поверхности (по стрелке A_1). Получившиеся при этом недостатки в обработке поверхности будут устранены при чистовом подрезании, когда сила резания, а следовательно, и отжим резца незначительны. Если же подача резца производится к центру детали (рис. 103, б), т. е. по стрелке В, то под действием силы резания резец отжимается по стрелке B_1 , затягивается в материал и обрабатываемая поверхность получает недостатки, часто не устранимые чистовым подрезанием.

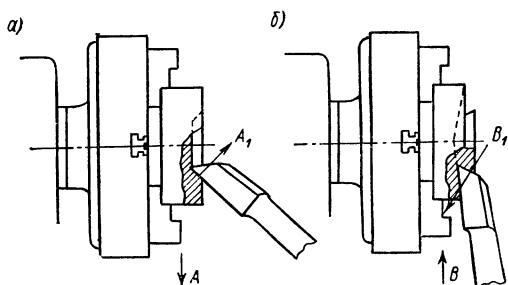


Рис. 103. Обтачивание торцовых поверхностей при подаче, направленной от центра (а) и к центру (б) обрабатываемой детали

При чистовом обтачивании торцовых поверхностей, особенно больших диаметров, вследствие износа резца они получают вогнутыми, если подача производилась от центра к наружной поверхности, и выпуклыми — при обратном направлении подачи. Если обрабатываемая поверхность будет служить опорной, то при установке и закреплении детали она займет правильное положение, когда эта поверхность вогнутая, и наклонное (неправильное), — когда она выпуклая.

От приведенного выше правила о выборе направления подачи как при черновом, так и при чистовом обтачивании торцовых поверхностей приходится иногда отказываться ввиду затруднений, возни-

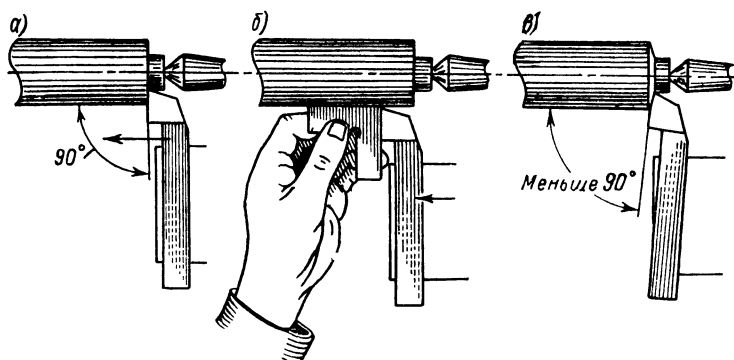


Рис. 104. Подрезание торца при продольной подаче резца

кающих при измерении длины детали, и когда приходится определять положение обрабатываемого торца относительно других ее поверхностей.

Приемы обработки торцовых поверхностей. Торцовые поверхности (торцы) небольших диаметров (10—12 мм) подрезаются за один проход резца продольной подачей. Резец при этом должен быть установлен так, чтобы режущая кромка его составляла с осью обрабатываемой детали прямой угол (рис. 104, а). Проверка установки производится или на глаз, или (точнее) по угольнику (рис. 104, б). В этом случае используются проходные упорные резцы с углом $\varphi = 90^\circ$.

При большем диаметре торцовой поверхности вследствие большой ширины получающегося при этом среза возникают вибрации и поверхность подрезанного торца получается некачественной. Кроме того, под действием силы подачи P_x резец поворачивается и оказывается в положении, изображенном на рис. 104, в; торец получается неправильным. Обработка торцов больших диаметров производится поэтому несколькими проходами резца при поперечной подаче. Используется в этом случае подрезной резец. Применяя продольную подачу, его подводят к центру обрабатываемого торца, немного (на 0,3—0,5 мм) углубляют в металл и при небольшой поперечной

подаче, обычно ручной, направленной от центра, подрезают торец. Повторяя этот прием несколько раз, получают правильный и чистый торец детали.

При подрезании торца детали, установленной в центрах, нельзя подводить резец вплотную к центру задней бабки, так как при этом выкрошится вершина резца. Поэтому на торце детали остается часть металла («хвостовик»), которую удаляют зубилом или напильником. Во избежание этой дополнительной работы при

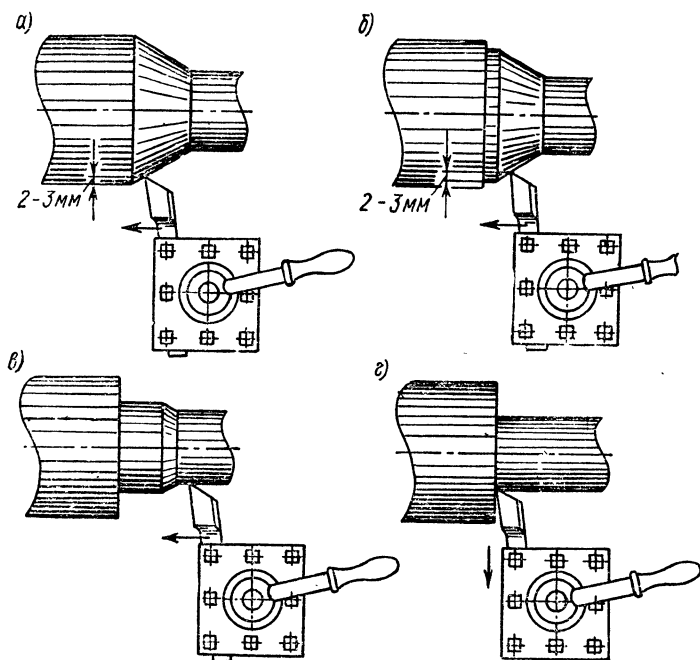


Рис. 105. Подрезание больших и точных уступов

подрезании торцов детали следует применять полуцентр, обеспечивающий возможность подвода резца к конической части центрального отверстия в детали.

Приемы подрезания уступов. Подрезание уступов небольшой высоты (до 5—6 мм) производится проходными упорными резцами с углом $\varphi = 90^\circ$ продольной подачей, как и небольших торцов. В этом случае, однако, кроме возможного отжима резца, значительно больше вероятность вибраций, особенно если уступ расположен близко к середине длинной и тонкой детали. В результате отжима резца уступ получается неправильным, а вследствие вибрации детали поверхность уступа окажется дробленой (неровной, волнистой).

Для получения точного и чистого уступа высотой 5—6 мм обработка его производится подрезным резцом в два приема; сначала

уступ протачивается продольной подачей, а затем поперечной подачей подрезается.

Обработка более высоких уступов осуществляется ступенями. Для этого используют подрезной резец. Его устанавливают на глубину 2—3 мм и включают продольную подачу (рис. 105, а). По торцу уступа оставляют припуск около 1 мм для чистовой обработки. После этого резец отводят вправо, снова перемещают его вперед на 2—3 мм и продольной подачей (рис. 105, б) снимают следующую ступень. Этот прием повторяют до тех пор, пока вершина резца не коснется поверхности детали, обработанной проходным резцом (рис. 105, в). Затем резец перемещают продольной подачей влево несколько больше, чем это делалось при предыдущих проходах и, наконец, поперечной подачей (рис. 105, г), направленной от центра к наружной поверхности детали, производят чистовое подрезание уступа.

Число ступеней при обработке уступа может быть различным в зависимости от его высоты и положения на обрабатываемой детали, от жесткости последней и т. д. При особо высоком требовании к чистоте поверхности уступа окончательная отделка его производится несколькими проходами резца при поперечной подаче.

Режимы резания при обтачивании торцовых поверхностей и подрезании уступов. При этих работах длина прохода резца обычно небольшая, поэтому резец не успевает нагреться настолько, чтобы возникла опасность разрушения его от перегрева.

Это дает возможность производить подрезание торцов и уступов и обтачивание торцовых поверхностей при скоростях резания несколько больших, чем при продольном обтачивании.

Для выбора скоростей резания при подрезании уступов и торцовых поверхностей можно пользоваться табл. 15, 19 и 24, умножая соответствующие табличные скорости резания на 1,2.

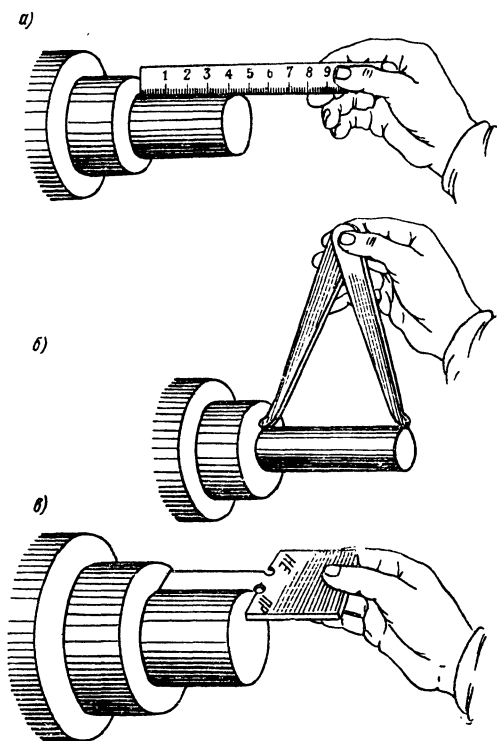


Рис. 106. Измерение длины детали при подрезании уступов линейкой (а), нутромсром (б) и шаблоном (в)

Измерения при подрезании уступов. Измерение длины участков деталей, получающихся при подрезании уступов, производится линейкой (рис. 106, а) или нутромером (рис. 106, б). Нутромером обычно пользуются, когда измерению длины уступа непосредственно линейкой мешает, например, задний центр станка.

Если детали с уступами обрабатываются в больших количествах, то для уменьшения времени, затрачиваемого на измерение длины уступов, а также для обеспечения точности измерения следует пользоваться двусторонними предельными шаблонами — уступомерами (рис. 106, в).

Одна сторона такого уступомера — проходная, маркируется *ПР*, а другая — непроходная *НЕ*. Проходная сторона уступомера должна упираться в торец детали, а непроходная — в уступ детали.

4. ПРОРЕЗАНИЕ КАНАВОК И ОТРЕЗАНИЕ

Резцы для прорезания наружных канавок. Прорезной резец показан на рис. 107. Наиболее важным размером этого резца является ширина его (длина режущей кромки), которая выбирается в зависимости от принятого способа обработки канавки.

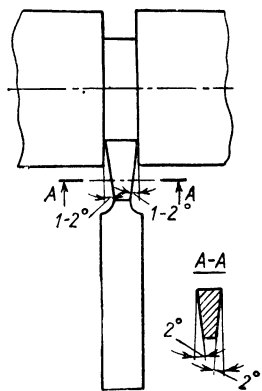


Рис. 107. Прорезной резец для наружных канавок

Если прорезание канавки производится одним проходом резца, то ширина его берется равной ширине канавки. Когда обработка канавки осуществляется двумя проходами резца, ширина его принимается несколько больше половины ширины канавки и т. д. Длина рабочей части резца должна быть несколько больше (на 2—3 мм) глубины канавки. Задний угол прорезных резцов делается равным 12° ; вспомогательные задние углы принимаются равными около 2° ; передний угол выбирается, как и для проходных резцов (см. стр. 115—117), в зависимости от материала резца и материала обрабатываемой детали. Вспомогательные углы в плане делают от 1 до 2° . Чем глубже прорезаемая канавка, тем больше должны быть эти углы.

Приемы прорезания канавок. Прорезание канавок производится одним или несколькими проходами резца.

Возможность прорезания широкой канавки одним проходом ограничивается вибрацией детали. Поэтому этот способ применяется при прорезании канавок шириной до 5 мм в нежестких (тонких и длинных) деталях. В более жестких деталях (коротких и больших диаметров) могут быть прорезаны одним проходом резца канавки шириной до 10 мм, а в очень жестких — шириной даже до 20 мм. Установка резца для прорезания канавки, расположенной

на расстоянии L_1 от торца детали, посредством линейки показана на рис. 108, *а*.

При неточных (по ширине и положению) широких канавках резец при первом проходе следует устанавливать так, как показано на рис. 108, *а*, т. е. так, чтобы расстояние от правой стенки канавки до торца детали получилось сразу. Глубина канавки, полученная после первого прохода резца, должна быть меньше требуемой на 0,5—1 мм. Такой же припуск на чистовую обработку дна канавки надо оставлять и при всех последующих поперечных проходах резца. При последнем проходе резца установка его относительно торца детали (расстояние L_2) проверяется посредством линейки, как показано на рис. 108, *б*. При этом проходе резца он подается вперед настолько, чтобы глубина канавки получилась равной требуемой.

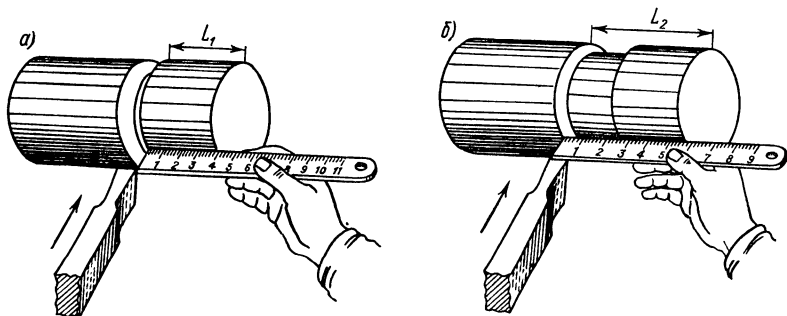


Рис. 108. Прорезание канавок одним (*а*) и несколькими (*б*) проходами резца

Прекратив поперечную подачу резца и перемещая его продольной подачей слева направо, следует обработать начисто дно канавки.

При прорезании несколькими проходами точных (по ширине и по положению) канавок надо оставлять при первом проходе резца (рис. 108, *а*) на правой стенке канавок припуск 0,5—1,0 мм на чистовую обработку. Такой же припуск должен быть оставлен и на левой стенке канавки. Чистовая обработка этих стенок производится канавочным резцом поперечной подачей (к центру детали), причем первой обрабатывается та стенка, до которой задан размер, определяющий положение канавки. Так, например, при прорезании канавки (рис. 109, *а*) необходимо выдержать размер L_1 . Поэтому левая стенка этой канавки обрабатывается первой, причем измеряется (например, линейкой) размер L_1 . Если бы положение канавки определялось размером L_2 (рис. 109, *б*), то сначала следовало бы обрабатывать правую стенку, измеряя размер L_2 , например шаблоном.

Чистовую обработку стенки канавки производят иногда подрезными резцами (правым и левым), применяя те же приемы, как и при подрезании уступов.

В некоторых случаях чистовую обработку стенок канавки осуществляют прорезным резцом, ширина которого равна ширине

канавки. В этом случае важно лишь обеспечить такую установку резца, при которой положение канавки будет правильным.

Чистовая обработка дна точных (по ширине) канавок производится так же, как это выше было указано для обработки дна грубых канавок.

Режимы резания при прорезании канавок. Подача при прорезании канавок обычно ручная. Поперечная подача должна быть небольшой — от 0,05 мм/об при ширине резца 2 мм и до 0,30 мм/об, если ширина резца близка к 10 мм.

Скорости резания при прорезании канавок должны быть небольшими.

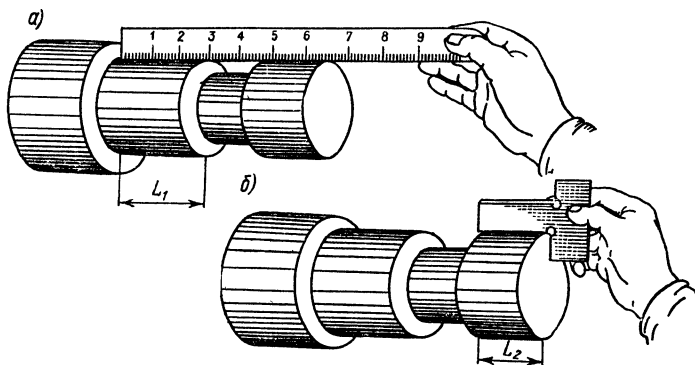


Рис. 109. Измерения при проверке положения канавки

Измерение ширины и глубины канавок. Измерять ширину канавки линейкой (рис. 110, а) следует только в том случае, если к форме канавки не предъявляется высоких требований в отношении точности. Пользуясь нутромером (рис. 110, б), можно проверять и параллельность стенок канавок. Очевидно также, что наличие у детали (рис. 110, б) выточки, в которой расположена канавка, исключает возможность измерения ширины ее непосредственно линейкой. Измерение ширины канавки губками штангенциркуля показано на рис. 110, в, а уступомером — на рис. 110, г.

Глубина канавки проверяется линейкой с делениями (рис. 111, а). Измерение глубины канавки штангенциркулем показано на рис. 111, б, для чего используется его добавочный стержень. Пример применения штанген-глубиномера дан на рис. 111, в. При измерении очень точных канавок пользуются микрометрическим глубиномером. Отсчет показаний микрометрического глубиномера производится так же, как у микрометра. Проверка глубины канавки уступомером показана на рис. 111, г.

В некоторых случаях измеряется не глубина канавки, а диаметр цилиндрической поверхности, образующей ее дно (размер D на рис. 111, г). Измерительные инструменты, применяемые при этом: кронциркуль с линейкой или штангенциркуль, а иногда и микрометр.

Отрезные резцы. Отрезной резец, оснащенный пластинкой твердого сплава, показан на рис. 112. Режущая кромка такого резца обычно делается перпендикулярной к оси головки резца (рис. 112, *а*). При этом, однако, отрезаемая деталь отламывается раньше, чем резец дойдет до центра, и у нее остается «хвостик», который после отрезания приходится спиливать напильником или срубить зубилом. Для того чтобы хвостик этот получался у той части материала, которая зажата в патроне, режущую кромку резца (рис. 112, *б*) скашивают на 5° . При такой форме резца хвостик остается у части материала, закрепленной в патроне, и может быть удален дальнейшей подачей резца вперед.

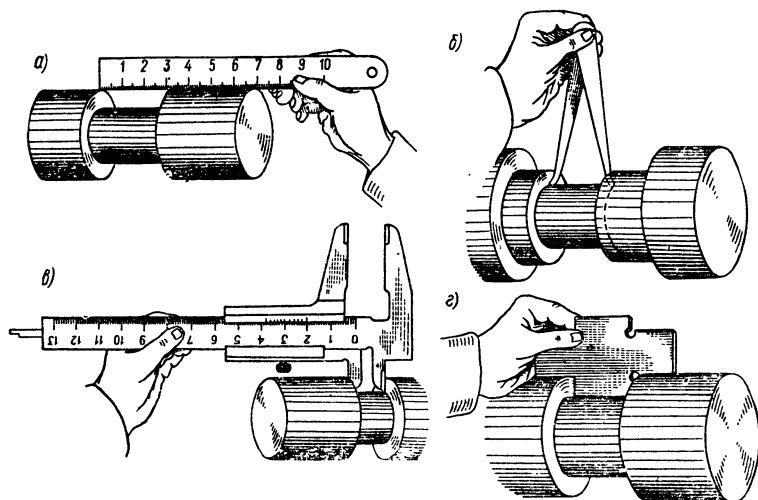


Рис. 110. Измерение ширины канавки линейкой (*а*), нутромером (*б*), штангенциркулем (*в*) и уступомером (*г*)

Для повышения чистоты поверхности, полученной после отрезания, на задних вспомогательных поверхностях резца делаются фаски (рис. 112, *в*) шириной 1—2 мм.

Головка отрезного резца улучшенной конструкции показана на рис. 112, *г*. В этом случае твердосплавная пластинка благодаря призматической форме опорной поверхности располагается на площади примерно в 1,5 раза большей, чем у обыкновенного резца. Кроме того, призматическая форма опорной поверхности препятствует смещению пластинки под действием боковых сил, возникающих в процессе работы резца. Следует отметить также, что в то время как у обыкновенного отрезного резца (рис. 112, *а*) длина рабочей части l обычно не превышает 40 мм, у резца, изображенного на рис. 112, *г*, эта длина делается до 75 мм.

Вспомогательные углы в плане у отрезных резцов делаются $1\text{--}2^\circ$. Задний угол отрезных резцов делается 12° ; вспомогательные задние углы принимаются около 2° .

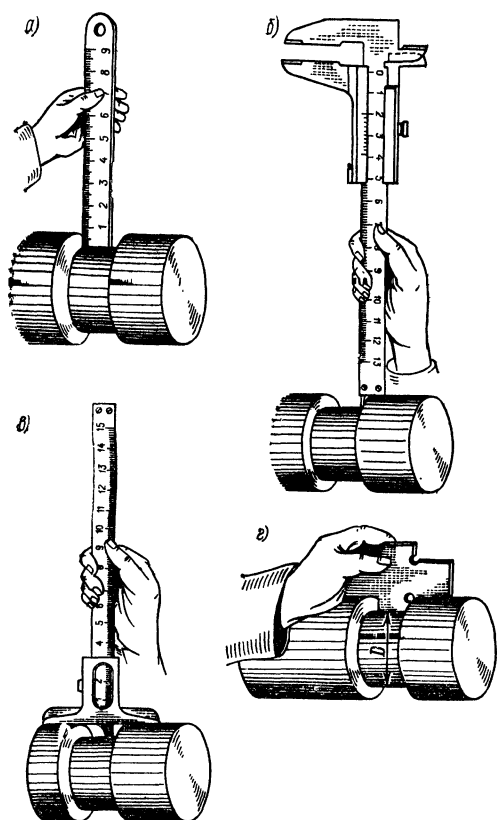


Рис. 111. Измерение глубины канавки линейкой (а), штангенциркулем (б), штанген-
глубиномером (в) и уступомером (г)

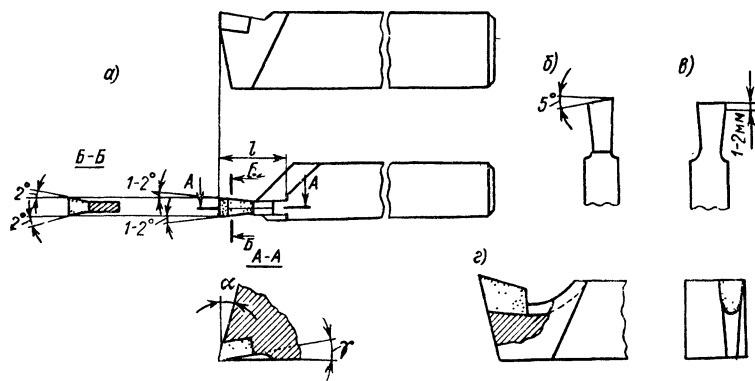


Рис. 112. Отрезные резцы

Все остальные углы и элементы головки этих резцов можно брать такими же, как и у проходных резцов.

Материал отрезных резцов — быстрорежущая сталь и твердые сплавы.

Установка отрезных резцов относительно линии центров станка. Отрезные резцы следует устанавливать точно на линии центров. Известно, что при установке резца ниже центральной линии передний угол его уменьшается (см. рис. 81, *в*), давление стружки на резец увеличивается и непрочный отрезной резец ломается. Устанавливая резец выше линии центров, мы уменьшаем (см. рис. 81, *а*) его задний угол, вследствие чего возрастает трение задней поверхности об обработанную поверхность детали. Это, в свою очередь, часто служит причиной поломки непрочного отрезного резца.

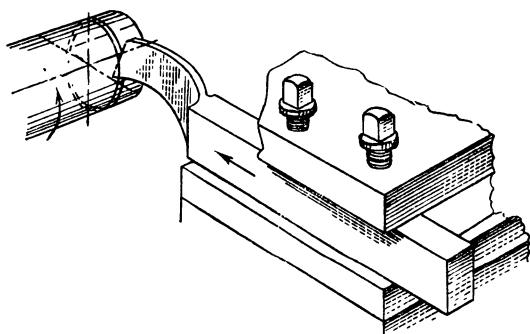


Рис. 113. Отрезание при обратном ходе станка

Выбор отрезного резца. Чем больше диаметр отрезаемой детали, тем больше должна быть длина головки отрезного резца. Необходимая прочность резца с длинной головкой возможна лишь при достаточной ширине резца. Выбор ширины резца в зависимости от обрабатываемой детали можно производить пользуясь приводимыми ниже данными:

Диаметр детали в мм	До 30	30—40	40—60	60—100
Ширина резца в мм	3	3—4	4—5	5—8

Приемы отрезных работ. Деталь, часть которой должна быть отрезана, или пруток материала, от которого отрезается заготовка, следует закреплять в патроне и по возможности поджимать задним центром. Производить отрезание при закреплении детали в центрах нельзя.

При закреплении отрезного резца необходимо особенно тщательно следить за тем, чтобы вся подошва его плотно прилегала к опорной площадке резцедержателя. В противном случае резец вибрирует и легко ломается. Во многих случаях прекращение вибрации достигается применением резца, изображенного на рис. 113 и используемого при обратном ходе станка.

Отрезание следует производить возможно ближе к кулачкам патрона — «под корень».

При некруглом сечении детали резец в начале работы снимает стружку лишь в каком-нибудь одном, наиболее «высоком» месте. После того как резец выйдет из металла, он несколько подвинется вперед (ввиду мертвого хода суппорта, некоторого прогиба отрезаемой детали и т. д.). Если, кроме этого движения, ему будет сообщена подача, толщина следующей стружки, которую резец будет снимать с «высокого» места, может получиться настолько большой, что резец сломается. Во избежание этого подачу резца, пока он не начнет снимать сплошную стружку, следует брать возможно меньшей. Дальнейшая подача резца должна быть непрерывной и равномерной. Необходимо избегать прекращения подачи до окончания работы резца, так как он вследствие скользящего по обработанной поверхности затупляется. Если почему-либо необходимо прекратить подачу, следует медленно отвести резец немного назад.

При отрезании тяжелых деталей нельзя подавать резец до самого центра. Как только между частями детали, закрепленной в патроне и отрезаемой, останется перемычка, которая может быть легко переломлена, необходимо вывести резец, остановить станок и отломить отрезаемую часть. После этого можно пустить станок и зачистить торец части, закрепленной в патроне.

Режимы резания и охлаждение при отрезании. Подача при отрезании должна быть небольшой. Примерная величина автоматической подачи при отрезании стальных деталей диаметром до 100 мм колеблется в пределах 0,10—0,25 мм/об. Меньшая из этих подач относится к резцу шириной 3 мм, большая — к резцу шириной 8 мм. При отрезании чугунных деталей подача может быть примерно на 0,05 мм больше, чем при отрезании стальных деталей. Если отрезание производится с ручной подачей, величина ее должна быть примерно в два раза меньше автоматической (для резца данной ширины) и производиться возможно равномернее. Скорость резания при отрезании можно находить по таблицам скоростей резания при наружном точении, приведенным выше. Ширина резца определяет в данном случае глубину резания.

При отрезании стальных деталей надо применять смазочно-охлаждающие жидкости с высокими смазывающими качествами (сульфофрезол, растительное масло). Отрезание деталей из чугуна производится всухую.

Измерения при отрезании. При отрезании болванки или детали заданной длины резец следует устанавливать так, как это указано на рис. 108, а.

После того как резец снимет первую стружку, надо остановить станок и проверить соответствие получаемой длины отрезаемой детали заданной.

Глава II

ОБРАБОТКА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

1. СВЕРЛЕНИЕ, РАССВЕРЛИВАНИЕ И ЗЕНКЕРОВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Сверление отверстий. Отверстия, отсутствующие в заготовках деталей, образуются на токарных станках сверлением. Наиболее употребительный режущий инструмент для образования отверстий в сплошном материале — спиральное сверло.

Спиральные сверла. Спиральные сверла изготавливаются из инструментальной углеродистой стали марки У12А и из быстрорежущей стали (рис. 114, а), а также оснащаются пластинками из твердых сплавов (рис. 115).

Хвостовик служит для закрепления инструмента и делается цилиндрическим у сверл диаметром до 20 мм или коническим с лапкой при диаметрах сверл от 6 до 80 мм. По всей длине рабочей части сверла делаются две винтовые канавки.

Передние поверхности (рис. 114, б) винтовых канавок, пересекаясь с затылочными поверхностями сверла, образуют его режущие кромки. Передняя поверхность канавки сверла, поднимаясь вверх, как бы отходит назад, вследствие чего образуется передний угол γ^1 . Величина этого угла непостоянная, так как передняя поверхность отходит назад больше в точках режущих кромок, расположенных вблизи от боковой поверхности сверла, и меньше в точках, близких к его оси. У стандартных сверл диаметром 10 мм и больше этот угол у боковой поверхности сверла равен 30° , а у оси сверла уменьшается до $1-4^\circ$. Задний угол α у боковой поверхности сверла делается равным $8-14^\circ$ с постепенным увеличением до $20-26^\circ$ вблизи от оси сверла. Большие из указанных значений α относятся к малым, а меньшие — к большим диаметрам сверл. Угол при вершине сверла 2ϕ при обработке стали, чугуна и твердой бронзы принимается $116-118^\circ$, при обработке латуни, дуралюмина и силумина 140° , пластмасс — $85-90^\circ$. Если сверло предназначается для обработки различных материалов, угол при вершине его делается рав-

¹ Несколько иначе образуется передний угол у сверл, оснащенных пластинками из твердых сплавов.

ным $118 \pm 2^\circ$. Угол ψ подъема поперечной кромки сверла при правильной его заточке должен быть около 55° .

Режущие кромки сверла должны быть прямолинейными, одинаковой длины и должны быть расположены под равными углами к оси сверла. При невыполнении этих условий сверло во время работы уводит в сторону, а высверливаемое им отверстие получается больше диаметра сверла.

Поперечная кромка спирального сверла не режет, а скоблит материал. Чем больше диаметр сверла, тем длиннее эта кромка и, как следствие, тем хуже условия работы сверла.

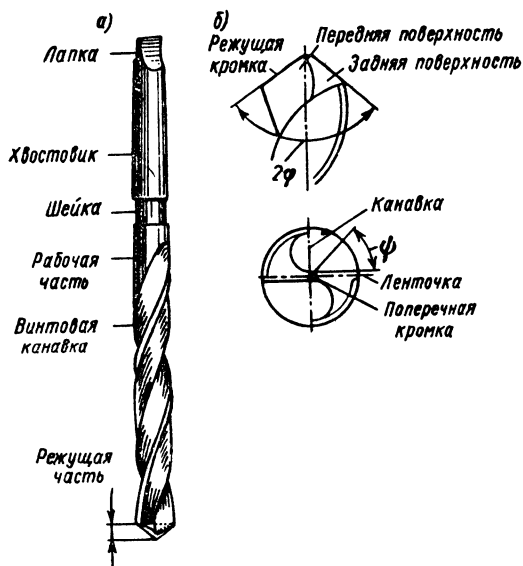


Рис. 114. Спиральное сверло и его элементы

Для уменьшения трения сверла о боковые стенки высверливаемого отверстия часть материала наружной поверхности рабочей части сверла при его изготовлении снимается так, чтобы получились ленточки (рис. 114, б). С этой же целью диаметр у вершины сверла делается несколько большим, чем у хвостовика. Это уменьшение диаметра сверла осуществляется за счет толщины ленточки; оно настолько незначительно (всего 0,04—0,10 мм на каждые 100 мм длины сверла), что уменьшение диаметра отверстия, получающееся по мере износа рабочей части сверла, практического значения не имеет.

Однако несмотря на сравнительно незначительные трущиеся поверхности сверла, отсутствие заднего угла на ленточке снижает его стойкость. Отрицательно сказываются на производительность сверла напряженные условия работы периферийной (внешней)

части режущих кромок. Для улучшения условий резания, увеличения производительности и стойкости сверл рекомендуется несколько форм их заточки, которые позволяют в некоторой степени снизить отмеченные выше конструктивные недостатки спиральных сверл.

Заточка сверл. Заточка спиральных сверл производится, как правило, на специальных станках, обслуживаемых рабочими-заточниками. Заточка производится по задней поверхности с соблюдением требований, указанных выше.

В табл. 34 приведены рекомендуемые формы заточки сверл в зависимости от их диаметра и обрабатываемого материала.

Форма Н — нормальная заточка, применяется для сверл диаметром до 12 мм для всех материалов. Последующие формы применяются для сверл диаметром от 12 до 80 мм.

Форма НП предусматривает подточку поперечной кромки с двух сторон, в результате чего уменьшается ее длина. Подточка снижает усилие резания, что позволяет увеличивать подачу и стойкость инструмента. Применяется она при обработке стали и стального литья при $\sigma_b < 50$ кгс/мм². Форма НПЛ также имеет подточку поперечной кромки и, кроме того, подточку ленточки, создающую дополнительный задний угол в зоне резания, что уменьшает трение ленточки об обрабатываемый материал. Такая заточка еще в большей степени облегчает резание; применяется она в тех же условиях, что и заточка по форме НП, но не позволяет вести работу по корке.

Формы ДП, ДПЛ и ДП2 отличаются наличием двойной заточки, которая предусматривает улучшение условий работы периферийных участков режущих кромок за счет уменьшения угла между ними до 70—75°. Этим достигается улучшение теплоотвода от сверла, увеличение его стойкости.

Особенности форм заточки ДП и ДПЛ те же, что и форм НП и НПЛ (без двойной заточки). Форма ДП применяется для работы по корке на чугуном и стальном ($\sigma_b > 50$ кгс/мм²) литье, а форма ДПЛ — для тех же условий, но при ранее снятой корке. Форма ДП2 имеет более глубокую подточку, срезающую поперечную режущую кромку. Эта форма предназначена только для обработки чугуна со снятой коркой.

Для сверл, оснащенных пластинками из твердых сплавов, также рекомендуется несколько форм заточек. На рис. 115 приведена нормальная форма заточки Н для сверл диаметром до 12 мм. Передний угол у этого сверла $\gamma = 0^\circ$, а задний угол $\alpha = 10 \div 12^\circ$, угол 2φ принимается равным 120—140°. Используются такие сверла для обработки чугуна, стального литья, труднообрабатываемых металлов и сплавов.

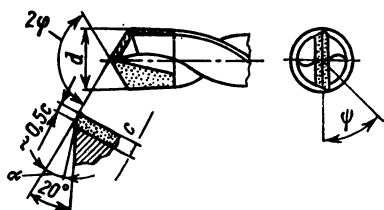
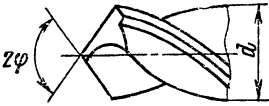
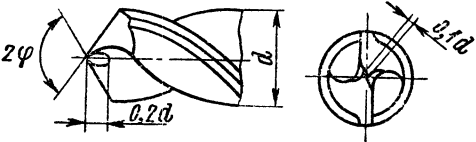
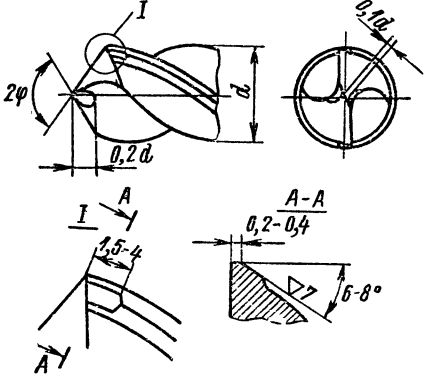
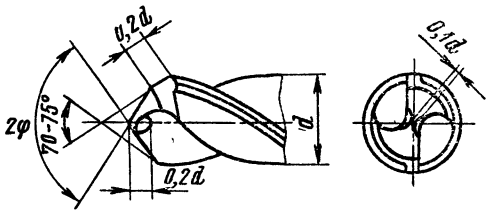
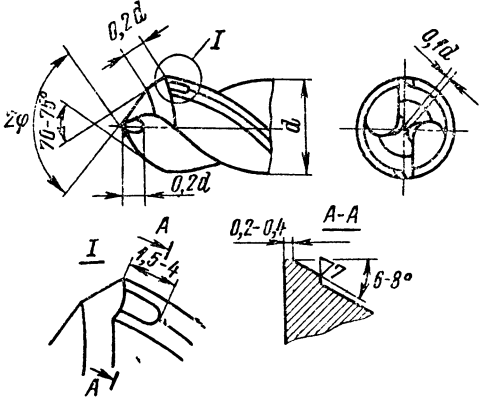
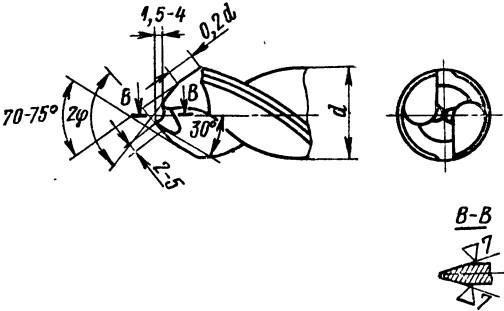


Рис. 115. Твердосплавное сверло с нормальной заточкой

Формы заточки сверл

Наименование и обозначение заточки	Эскиз	Применение заточки для сверл диаметром (в мм)
Нормальная Н		0,25—12
Нормальная с подточкой перемычки НП		12—80
Нормальная с подточкой перемычки и ленточки НПЛ		12—80
Двойная с подточкой перемычки ДП		12—80

Наименование и обозначение заточки	Эскиз	Примене- ние заточки для сверл диа- метром (в мм)
Двойная с подточкой перемычки и ленточки ДПЛ		12—80
Двойная с под- точкой и сре- занной пере- мычкой ДП2		12—80

Если заточку сверла вручную на точилье производит сам токарь, он должен тщательно следить за тем, чтобы выполнялись все указанные выше требования, обеспечивающие качественную работу сверла. Заточку в этом случае для всех размеров сверл следует вести только по форме Н.

Правильность заточки спиральных сверл проверяется посредством шаблона (рис. 116, а). Проверка прямолинейности режущих кромок, равномерности длины их и углов, которые они образуют с осью сверла, показана на рис. 116, б. Проверка положения

поперечной кромки сверла изображена на рис. 116, в, а угла заострения его — на рис. 116, г.

Закрепление сверл на станке. Сверло с коническим хвостовиком вставляется в гнездо пиноли задней бабки. Если конус хвостовика

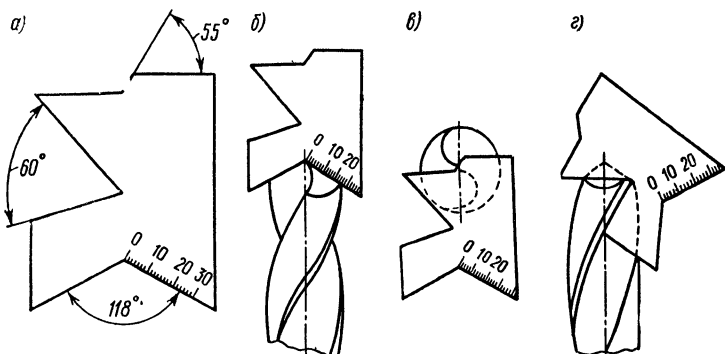


Рис. 116. Шаблон для проверки заточки спиральных сверл и его применение

сверла меньше конуса гнезда в пиноли, то пользуются переходными втулками (рис. 117, а). Сверло в этом случае вставляется во втулку, а втулка — в гнездо пиноли. Когда конус хвостовика сверла значительно меньше конуса гнезда пиноли, применяют несколько втулок одновременно, вставляя их одну в другую.

Сверло с цилиндрическим хвостовиком закрепляется в свер-

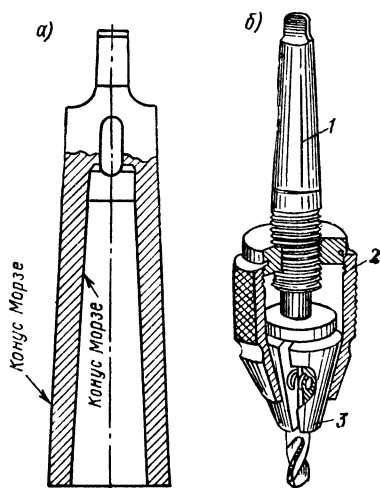


Рис. 117. Переходная втулка (а) и патрон (б) для закрепления сверл на станке

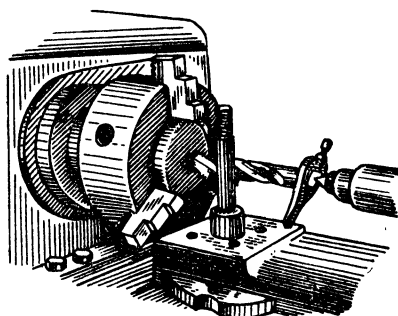


Рис. 118. Установка на станке сверла большого диаметра

льном патроне, вставляемом в гнездо пиноли задней бабки. Один из таких патронов изображен на рис. 117, б. Он имеет три кулачка 3, между которыми вставляется закрепляемое сверло.

При вращении накатанной втулки 2 все кулачки с одинаковой скоростью сближаются и закрепляют сверло достаточно прочно, одновременно с этим устанавливая его точно в центр. Конический хвостовик 1 вставляется в гнездо пиноли задней бабки и удерживается в нем трением.

Сверло с цилиндрическим хвостовиком при отсутствии патрона необходимых размеров устанавливается на станке так, как показано на рис. 118. Сверло своей вершиной упирается в обрабатываемую деталь, а противоположный его конец поддерживается центром задней бабки. Чтобы сверло не вращалось, на него надевают хомут, опирающийся на суппорт станка.

Углубление сверла в высверливаемое отверстие может осуществляться вращением маховичка пиноли задней бабки.

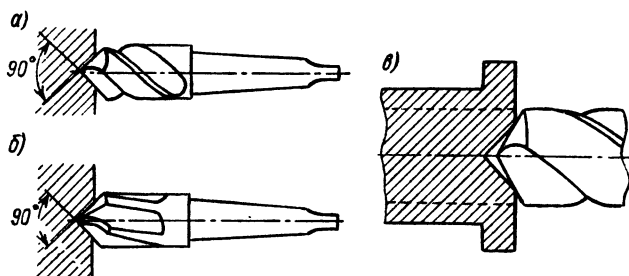


Рис. 119. Сверла (а, б) для зацентрирования отверстий и начальное положение (в) сверла при сверлении

Приемы сверления отверстий. Перед сверлением отверстия следует зацентрировать его коротким спиральным сверлом большего диаметра (рис. 119, а) или специальным центровочным сверлом (рис. 119, б). Угол при вершине этих сверл должен быть равен 90° . При этом условии в начале сверления поперечная кромка сверла не работает (рис. 119, в), что способствует меньшему уводу его от правильного положения.

Если зацентрирования сделать почему-либо нельзя, поступают так. Вершину сверла того диаметра, какой должно иметь отверстие, приближают к вращающейся детали почти вплотную. Затем подводят возможно ближе к вершине сверла резец (любой), закрепленный в резцедержателе так, чтобы головка резца была обращена в сторону токаря, и только после этого начинают углублять сверло в деталь. Этим приемом удастся в некоторой степени предупредить смещение сверла в начале работы. Как только сверло немного углубится, поддерживающий его резец нужно отвести в сторону.

Подача сверла на токарных станках осуществляется, как правило, вручную поворотом маховичка пиноли задней бабки. Однако на станках современных моделей имеются устройства для сцепления задней бабки с кареткой суппорта, а также для закрепления сверл в резцедержателе (см. рис. 31), что значительно облегчает труд

токаря. Первое из этих устройств целесообразно использовать в основном для сверления отверстий относительно большого диаметра и большой длины, особенно при изготовлении деталей большими партиями.

Если глубина обрабатываемого отверстия больше его диаметра, то время от времени следует выводить сверло из отверстия и удалять стружку как из отверстия, так и из канавок сверла. Очистка отверстия в стальных деталях производится промыванием его охлаждающей жидкостью (например, посредством шприца), а в чугунных — продуванием струей сжатого воздуха.

Необходимо быть особенно осторожным, когда глубина обрабатываемого отверстия больше длины рабочей части сверла. В самом деле, если вся винтовая канавка сверла окажется в отверстии, то стружка, образующаяся при сверлении, не будет иметь выхода, заполнит канавки и сверло сломается. Если необходимо остановить станок в то время, когда сверло находится в обрабатываемом отверстии, следует сначала вывести сверло из отверстия и только после этого остановить станок.

Режимы резания при сверлении. Подача при сверлении отверстий на токарных станках, если она осуществляется вручную, должна быть возможно равномернее.

При сквозном сверлении в момент выхода поперечной кромки сверла из металла, сила, необходимая для осуществления подачи, резко уменьшается. Поэтому, если давление на рукоятку маховичка задней бабки в это время будет такое же как и при сверлении, то подача сверла увеличивается, вследствие чего сверло часто ломается. Во избежание поломки подача сверла перед его выходом из металла должна быть возможно меньшей. При сверлении с использованием автоматической подачи последняя должна своевременно, до подхода вершины сверла к выходу из металла, выключаться.

Для общего представления о величинах подач можно считать, что при сверлении с автоматической подачей в стальных деталях отверстий диаметром 5—30 мм подача принимается в пределах 0,1—0,3 мм/об, а при чугунных деталях — в пределах 0,2—0,7 мм/об. Скорость резания при работе сверлом из быстрорежущей стали должна быть около 30 м/мин, если материал обрабатываемой детали — конструкционная сталь средней твердости, и около 35 м/мин, если деталь из чугуна средней твердости.

При работе твердосплавными сверлами скорость резания можно увеличивать в два-три раза.

Охлаждение при сверлении понижает температуру сверла, нагревающегося от теплоты резания и трения о стенки отверстия, уменьшает трение сверла об эти стенки и, наконец, способствует удалению стружки. В качестве смазочно-охлаждающей жидкости при сверлении отверстий в стальных деталях применяется эмульсия. Сверление отверстий в чугуне производится без охлаждения.

Точность и шероховатость поверхности, получаемые при сверлении. Диаметр отверстия после сверления получается несколько

больше диаметра сверла. Это объясняется тем, что сверло уходит в сторону от оси отверстия даже при незначительных неправильностях, допущенных при заточке сверла и его установке на станке, а также при неравномерной твердости обрабатываемого материала. Опыт показывает, что сверлением отверстий диаметром до 10 мм достигается 4-й, а при больших диаметрах — 5-й класс точности. При тщательной работе (правильной заточке сверла и его установке на станке) 4-й класс точности может быть достигнут при сверлении отверстий диаметром до 30 мм. Шероховатость поверхности, полученной сверлом, не превышает $\nabla 4$.

Рассверливание отверстий. При сверлении отверстий большого диаметра усилие подачи может оказаться чрезмерно большим, что весьма утомительно для рабочего. Иногда при работе такими сверлами мощность станка может оказаться недостаточной. В таких случаях образование отверстий производится последовательно двумя сверлами разных диаметров, соотношение которых должно быть таким, чтобы диаметр первого сверла был больше длины поперечной кромки второго сверла. При этом условии поперечная кромка второго сверла не участвует в резании, вследствие чего значительно уменьшается усилие, необходимое для осуществления подачи, и, что очень важно, уменьшается увод сверла в сторону от оси обрабатываемого отверстия.

На практике принято диаметр первого сверла брать равным примерно половине второго, что обеспечивает благоприятные условия износа сверла и равномерное распределение силы подачи при работе обоих сверл.

Подачи при рассверливании можно брать немного больше указанных выше для сверления, а скорости резания примерно такие же, как при сверлении.

Зенкерование. Более производительным по сравнению со спиральным сверлом инструментом для увеличения диаметра отверстий, полученных сверлением отливкой или штамповкой, является зенкер.

Зенкеры (рис. 120) изготавливаются из быстрорежущей стали, реже, для тяжелых условий резания, оснащаются пластинками из твердого сплава.

Зенкеры с коническим хвостовиком (рис. 120, а) используются для обработки отверстий диаметром от 10 до 40 мм. По внешнему виду они несколько похожи на спиральные сверла, но имеют три винтовые канавки и, следовательно, три режущие кромки, что увеличивает жесткость их конструкции, позволяет повышать режимы резания по сравнению с рассверливанием, а следовательно, и производительность.

Насадные зенкеры — цельный (рис. 120, б) и оснащенный пластинками твердого сплава (рис. 120, в) — применяются для обработки отверстий диаметром от 32 до 80 мм. Такие зенкеры имеют четыре винтовые канавки и, следовательно, четыре режущие кромки. Они крепятся в пиноли задней бабки станка при помощи оправки,

на которой центрируются коническим отверстием. Для обработки больших отверстий диаметром от 50 до 100 мм насадные зенкеры изготавливаются со вставными ножами (рис. 120, а).

Для предупреждения провертывания зенкера во время работы на оправке делаются два выступа (шпонки), которые входят в соответствующие пазы А зенкера.

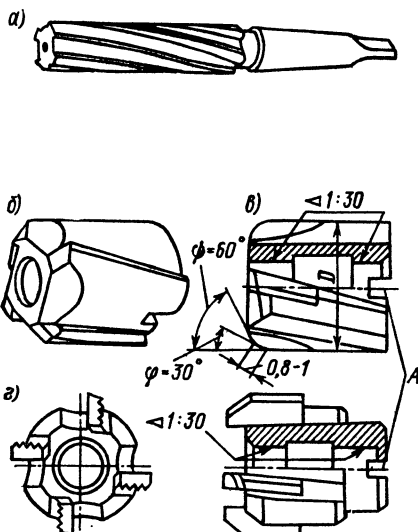


Рис. 120. Зенкеры

Угол при вершине у цельных и насадных зенкеров делается равным 120° .

Диаметр отверстия, обработанного зенкером, снимающим небольшой припуск и направляемым тремя (или четырьмя) ленточками, получается точнее, чем при сверлении. Отсутствие увода зенкера в сторону от оси обрабатываемого отверстия обеспечивает прямолинейность последней лучше, чем при работе сверлом. Для уменьшения увода зенкера, в особенности при обработке отлитых или прошитых глубоких отверстий, следует перед зенкерованием

расточивать их резцом до диаметра зенкера на глубину, примерно равную половине длины зенкера.

Зенкер прочнее сверла, поэтому подачи (на оборот обрабатываемой детали) при зенкеровании могут быть больше, чем при сверлении. В то же время зенкер в сравнении со сверлом имеет большее количество режущих кромок, поэтому толщина стружки, снимаемой каждой из кромок, получается меньше толщины стружки при сверлении. Благодаря этому поверхность отверстия, обработанного зенкером, получается чище. Это позволяет использовать зенкеры не только для черновой, но и для получистовой обработки отверстий после сверла, чернового зенкера или чернового резца — перед развертыванием и даже для окончательной обработки отверстий. Получаемая при этом точность соответствует 4-му классу, шероховатость — $\nabla 5$. При особой тщательности обработки достигаются 3-й класс точности и 6-й класс шероховатости поверхности.

2. РАСТАЧИВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Отверстия, растачиваемые на токарных станках. Растачивание на токарных станках производится в следующих случаях:

1) когда сверление, рассверливание или зенкерование не обеспечивают необходимой точности размеров отверстия;

- 2) при необходимости обеспечить прямолинейность оси отверстия и точность ее положения;
- 3) при отсутствии сверла или зенкера требуемого диаметра;
- 4) при необходимости обработать отверстие, диаметр которого превышает наибольшие нормальные диаметры сверл и зенкеров;
- 5) при небольшой длине отверстия.

Расточные резцы. Расточный резец для обработки сквозных отверстий изображен на рис. 121, а, а для растачивания глухих (несквозных) — на рис. 121, б. Часть В каждого из этих резцов

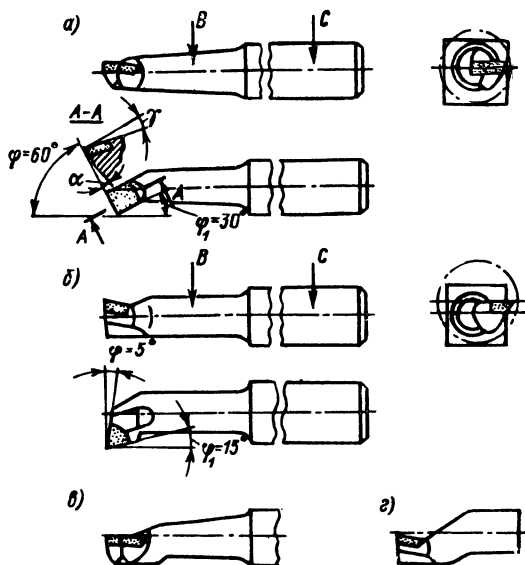


Рис. 121. Расточные резцы

круглого, а часть С — квадратного сечения. Материал, форма передней поверхности и все углы этих резцов, за исключением заднего, принимаются такими же, как и у проходных резцов, применяемых при наружном обтачивании. Задние углы делаются не меньше 12° , а при малых диаметрах отверстия и больше 12° . Цилиндрическая часть резца должна быть возможно большего диаметра и меньшей длины, так как резец с тонким и длинным стержнем во время работы пружинит. Ввиду этого при черновой обработке отверстий приходится уменьшать глубину резания и подачу, что снижает производительность обработки. В результате пружинения чистового резца обработанное им отверстие может получаться иногда нецилиндрическим (при неравномерной твердости материала детали) и с повышенной шероховатостью поверхности. Рассматриваемые размеры расточного резца зависят также от соответственных размеров отвер-

ствия. Варианты исполнения расточных резцов, показанные на рис. 121, *в* и *г*, у которых положение вершины совпадает с осью цилиндрической части резца, обеспечивают меньшую вибрацию при расточке.

Установка расточных резцов относительно линии центров станка. На рис. 122, *б* показана установка расточного резца на высоте линии центров станка. При установке расточного резца ниже центральной линии станка (рис. 122, *в*) передний угол γ по сравнению с другими положениями резца (рис. 122, *а*, *б*) увеличивается. При большом переднем угле отделение стружки происходит легче, чем при малом, что важно при обдирочных работах.

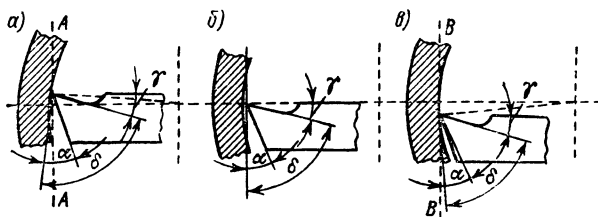


Рис. 122. Изменение углов расточного резца в зависимости от его положения относительно линии центров станка

Из сказанного следует: при черновом растачивании отверстий резец необходимо устанавливать несколько ниже линии центров станка.

Однако устанавливать резец значительно ниже центральной линии нельзя, так как при этом необходимо увеличить задний угол α резца. Это вызывает уменьшение угла заострения резца и, следовательно, понижает его прочность, а также способность отводить тепло.

Если расточный резец при чистовом растачивании установить выше линии центров (рис. 122, *а*), то вершина его под давлением снимаемой стружки будет опускаться вниз (по линии *АА'*). Диаметр растачиваемого отверстия при этом получится меньше должного, что можно исправить следующим проходом резца. Если же этот резец установить ниже линии центров (рис. 122, *в*), то при опускании резца вершина его будет перемещаться по линии *ВВ'*, расположенной в материале обрабатываемой детали. Вследствие этого диаметр растачиваемого отверстия увеличивается, что в данном случае недопустимо.

Из сказанного можно сделать следующий вывод: при чистовом растачивании отверстий резец необходимо устанавливать несколько выше линии центров станка.

Припуски на растачивание. Припуски на черновое растачивание определяются характером заготовки и во многих случаях снимаются несколькими проходами резца.

Припуски на чистовое растачивание принимаются примерно следующие:

Диаметр отверстия в мм	Припуск на диаметр в мм
До 30	0,7
Свыше 30 » 50	1,0
» 50 » 80	1,2
» 80 » 100	1,5

Режимы резания при растачивании отверстий. Поддачи при черновом растачивании выбираются в зависимости не только от глубины резания, но и от вылета резца и диаметра его стержня. Для выбора подач при этой работе можно пользоваться примерными данными табл. 35, а скоростей резания — данными табл. 15, 19, 24, умножая их на 0,9.

Т а б л и ц а 35

Подача в мм/об при черновом растачивании отверстий

Обрабатываемый материал и глубина резания в мм	Размеры резца в мм				
	10/50	12/60	16/80	20/100	25/125
Конструкционная углеродистая сталь			?		
2	0,08	0,10	0,10—0,20	0,15—0,30	0,25—0,50
3	—	0,08	0,15	0,15—0,25	0,15—0,40
5	—	—	0,10	0,12	0,12—0,20
Серый чугун					
2	0,12—0,16	0,12—0,20	0,20—0,30	0,30—0,40	0,40—0,60
3	—	0,12—0,18	0,15—0,25	0,25—0,35	0,30—0,50
5	—	—	0,10—0,18	0,12—0,25	0,25—0,35
П р и м е ч а н и я: 1. Первые числа размеров резца (числитель) указывают диаметр стержня резца, вторые (знаменатель) — его вылет. 2. Меньшие подачи относятся к твердым материалам, большие — к мягким.					

Для выбора подачи при чистовом растачивании можно пользоваться данными табл. 35, несколько уменьшая их. Скорости резания можно выбирать по табл. 29, 30, 31, умножая приведенные в них данные на 0,9.

Точность размеров и шероховатость поверхностей, получаемые при чистовом растачивании отверстий. Точность, достигаемая при чистовом растачивании резцом на токарных станках, в основном соответствует 4-му классу, хотя при более тщательной работе можно достичь и 3-го класса точности. Точность, соответствующая 2-му классу, достигается в особых случаях и является предельной. При работе на токарных станках точность выше 3-го класса стремятся получить каким-либо другим способом, например развертыванием. Шероховатость $\nabla 5$ — $\nabla 6$ в этом случае достигается без труда, $\nabla 7$ — лишь при особо благоприятных условиях.

3. РАЗВЕРТЫВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Назначение развертывания. Точность и шероховатость поверхности отверстий, обработанных зенкерованием, не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к некоторым отверстиям. Обработка таких отверстий растачиванием хотя в некоторых случаях и возможна, но связана с трудностями установки резца на точный размер и с необходимостью (для получения требуемой шероховатости) работать с малой подачей, т. е. непроизводительно. Поэтому обработка отверстий, к точности и шероховатости поверхности которых предъявляются сравнительно высокие требования, производится развертками.

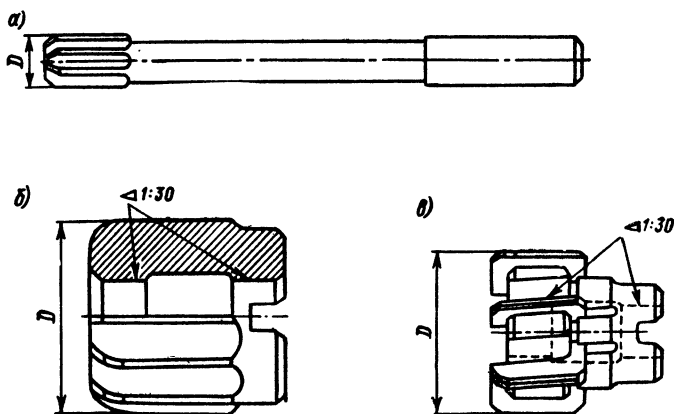


Рис. 123. Развертки

Развертки. Развертка цельная с цилиндрическим хвостовиком показана на рис. 123, а. Такие развертки применяются для обработки отверстий диаметром $D = 3 \div 9$ мм. Для обработки отверстий диаметром 10—30 мм используются развертки с коническим хвостовиком. Отверстия диаметром 25—50 мм обрабатываются насадными цельными развертками (рис. 123, б), а диаметром до 100 мм — сборными (рис. 123, в).

По способу применения развертки бывают ручные и машинные. У ручных разверток (рис. 124) на хвостовике делается квадрат под вороток.

Развертки изготавливаются преимущественно из быстрорежущей стали. В последнее время получили распространение развертки, оснащенные пластинками из твердых сплавов.

Принятые названия частей и элементов разверток указаны на рис. 124.

Очень важное значение имеет величина угла конуса режущей (заборной) части, равная удвоенной величине угла в плане ϕ . Чем меньше этот угол, тем больше длина режущей части, тем точнее

и чище получаются отверстия, обработанные разверткой. Длинной режущую часть у разверток, применяемых при обработке отверстий в стальных деталях, делать, однако, нельзя, так как ширина среза при работе развертки в этом случае получается очень большой. Сталь обладает большой вязкостью, поэтому при значительной ширине среза возникают значительные силы резания, в результате

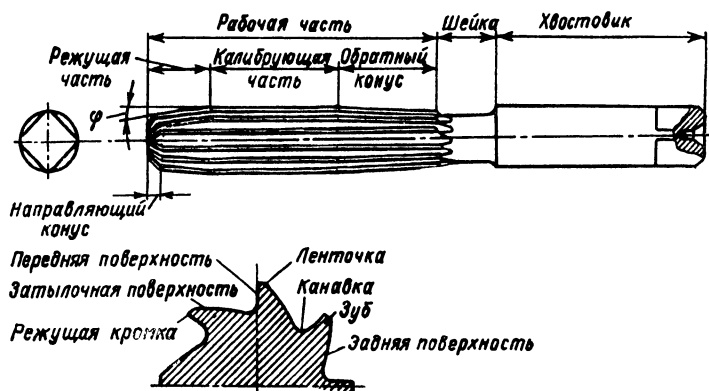


Рис. 124. Части и элементы развертки

которых зубья развертки выкрашиваются. Поэтому у машинных разверток, используемых для обработки стальных деталей, режущая часть делается небольшой длины, с углом в плане 15° (рис. 125, а). Срез при работе такой разверткой получается узкий, но со сравнительно большой толщиной. Отделение стружки не требует такого большого усилия, которое может вызвать поломку развертки.

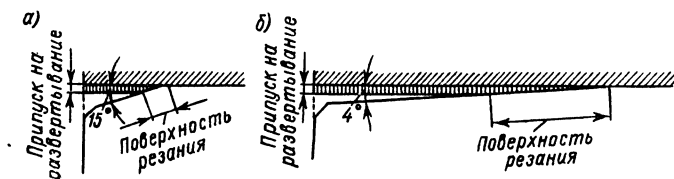


Рис. 125. Режущие части машинной развертки для обработки стали (а) и чугуна (б)

У разверток, используемых при обработке отверстий в чугунных деталях, угол в плане делается равным $4-5^\circ$ (рис. 125, б). Стружка, снимаемая зубьями такой развертки, получается тонкой и широкой. Это однако в данном случае не вызывает вышеуказанных вредных явлений, так как усилие резания при обработке чугуна меньше, чем при обработке стали.

У ручных разверток длину режущей части делают значительно большей, чем у машинных, и с очень малым углом в плане ($\varphi = 0,5 \div 1,5^\circ$).

Для облегчения ввода развертки в обрабатываемое отверстие на переднем конце ее имеется направляющий конус. Калибрующая часть развертки делается цилиндрической: она не участвует в резании, а лишь калибрует и зачищает отверстие. За цилиндрическим участком калибрующей части следует конус (диаметр правого конца рабочей части развертки делается на 0,04—0,06 мм меньше диаметра цилиндрического участка).

Шаг зубьев у развертки делают неравномерным, так как отверстия, обработанные разверткой с равномерным шагом, получаются иногда не круглыми, а гранеными. С другой стороны, для измерения диаметра развертки необходимо, чтобы ее зубья располагались попарно в одной диаметральной плоскости развертки. Этому условию удовлетворяет расположение зубьев развертки, схематически показанное на рис. 126, а, где S_1 , S_2 и S_3 не равны между собой, но $S_1 =$

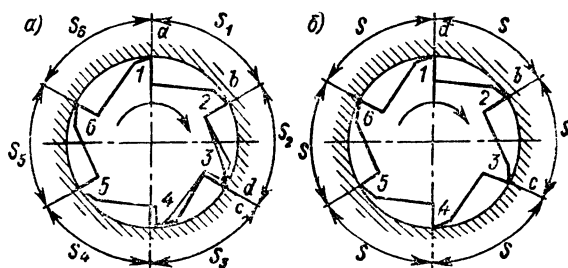


Рис. 126. Схемы работы разверток: с неравномерным шагом (а) и с равномерным шагом (б)

$= S_4$; $S_2 = S_5$ и $S_3 = S_6$, так что зубья 1 и 4, 2 и 5, 3 и 6 находятся попарно в одной диаметральной плоскости. Диаметр такой развертки измерить очень просто.

Необходимость неравномерности шага зубьев станет понятной, если проследить работу развертки с равномерным шагом (рис. 126, б). При повороте развертки на один шаг зуб 1, находившийся до поворота в точке a , попадет в точку b , где находился зуб 2. Точно также зуб 2 из точки b попадет в точку c , где был до поворота зуб 3, и т. д. Если при этом в точках a , b , c до поворота оставался не снятым небольшой участок металла, то все последующие зубья, дошедшие до таких участков, получают дополнительную нагрузку. Развертка вследствие этого «дробит», развертываемое отверстие получается граненым.

При неравномерном шаге зубьев (рис. 126, а) после поворота ее, например на шаг S_1 , зуб 1 попадет из точки a , так же как и в рассмотренном выше случае, в точку b , в которой находился до поворота зуб 2; но зуб 2 попадет не в точку c , в которой был зуб 3, а в точку d . То же самое произойдет и с зубом 3 и т. д., но врезание зубьев 2, 3 и последующих в металл будет происходить не одновременно, как это имеет место при работе развертки с равномерным шагом,

а в разные моменты времени. Развертка будет вследствие этого работать спокойнее, дробления не возникнет, отверстие получится круглым, с чистой поверхностью.

Во время работы развертки зубья ее изнашиваются, она теряет размер и становится негодной для дальнейшей работы. Такую развертку обыкновенно переделывают (шлифованием) на следующий меньший размер. Во избежание этого развертки иногда делают регулируемыми, чтобы после износа зубьев можно было несколько увеличить их диаметр.

Закрепление разверток. Развертки могут закрепляться в пиноли задней бабки или в патроне так же, как и сверла. Для закрепления насадных разверток используются оправки, подобные применяемым для насадных зенкеров. Если, однако, задняя бабка хотя бы немного смещена со своего среднего положения, ось развертки не будет совпадать с осью отверстия, подготовленного для развертывания. То же

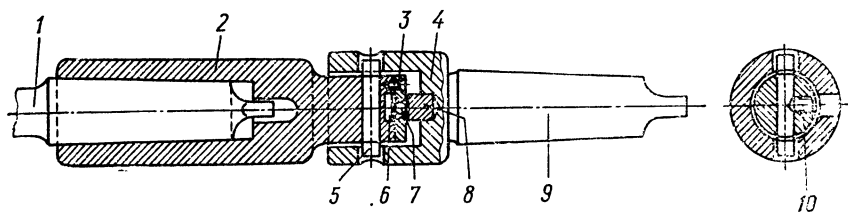


Рис. 127. Качающаяся оправка для разверток

самое происходит при неисправной оправке, неправильной установке на ней разверток и т. п. В результате развертка будет работать одной стороной, и диаметр развернутого отверстия получится больше требуемого. Этого не случится, если развертка будет направляться самим развертываемым отверстием, что обеспечивается закреплением ее в шарнирной оправке.

Одна из таких оправок изображена на рис. 127. Корпус 4 имеет конический хвостовик 9, который вставляется в пиноль задней бабки. В цилиндрическое отверстие, сделанное в утолщенной части корпуса 4, входит правый конец втулки 2. В этот конец втулки 2 и в дно отверстия, имеющегося в корпусе 4, запрессованы стальные закаленные опоры 6 и 8, между которыми находится шарик 7. Последний удерживается кольцом-обоймой 3, прикрепленной к торцу втулки 2 несколькими винтами. Стержень 5 закреплен посредством винта 10 во втулке 2 и проходит через отверстие, сделанное в стенках корпуса 4. Развертка 1 вставляется в коническое гнездо, имеющееся в левом конце втулки 2. Диаметр отверстия в корпусе 4 для стержня 5 делают больше диаметра стержня. Наличие зазоров между деталями оправки, а также шариковой опоры обеспечивают втулке 2 возможность некоторой игры. Поэтому развертка, закрепленная в данной втулке, сама находит свое место и, направляемая отверстием, обрабатывает его точно, не разбивая.

Практика развертывания отверстий. Отверстия диаметром до 10 мм развертываются после сверления. При больших диаметрах просверленное отверстие обрабатывается зенкером или резцом и лишь после этого развертывается одной или двумя развертками. Подготовку отверстия растачиванием следует производить только в тех случаях, когда нет зенкера необходимого размера, или когда ось отверстия должна быть строго прямолинейной и требуется обеспечить ее определенное положение относительно оси другого отверстия (параллельность к этой оси или к какой-либо плоской поверхности детали) и т. д.

В качестве черновых часто используются износившиеся и перешлифованные на новый размер чистовые развертки.

Торцовую поверхность обрабатываемой детали перед развертыванием следует обточить, чтобы развертка с самого начала работала равномерно всеми зубьями. Если торцовая поверхность не перпендикулярна к оси обрабатываемого отверстия (обработана при другой установке детали), то зубья развертки вступают в работу не все сразу, и поэтому развертка не получает верного направления. Торцовые поверхности чугунных деталей, в особенности с твердой коркой, для предотвращения затупления зубьев развертки необходимо обтачивать.

При развертывании отверстий, имеющих продольные канавки (например, шпоночные), следует пользоваться развертками с винтовыми канавками, так как каждый раз, когда прямой зуб развертки попадает против канавки отверстия (т. е. выходит из работы), развертка смещается в сторону этой канавки, увеличивая тем самым диаметр отверстия. При винтовом расположении зубья перекрывают канавку по диагонали, поэтому резких изменений в нагрузке на них не получается и развертка не смещается в сторону канавки. При обычном правом вращении шпинделя станка винтовые зубья развертки должны быть левыми, чтобы развертка не затягивалась в отверстие давлением стружки.

Т а б л и ц а 36

Припуски (в мм) на диаметр при развертывании отверстий после сверления, растачивания или зенкерования

Вид припуска	Диаметр отверстия в мм				
	10—20	20—30	30—50	50—80	80—100
Общий под черновую и чистовую развертки	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Под черновую развертку	0,16	0,20	0,24	0,27	0,30
Под чистовую развертку	0,04	0,05	0,06	0,08	0,10

Припуски на развертывание. Для уменьшения износа разверток и получения чистой поверхности припуски на развертывание должны быть небольшими. Величины их при работе двумя развертками можно принимать по табл. 36. При обработке отверстия одной разверткой

припуски на развертывание должны быть несколько меньше указанных в таблице для черновой развертки.

Режимы резания при развертывании. Подача при обработке отверстий разверткой осуществляется вручную и должна быть равномерной. Чем меньше подача, тем чище получается поверхность отверстия. Скорости резания при развертывании должны быть небольшими во избежание быстрого износа разверток.

Величина подачи при развертывании отверстий диаметром от 5 до 50 мм должна быть при обработке стали 0,5—2 мм/об, а при обработке чугуна — 1—4 мм/об. Скорости резания при обработке стали средней твердости должны составлять 6—16 м/мин, а при обработке чугуна — 4—14 м/мин. Чем больше диаметр отверстия, тем ниже при одной и той же подаче должны быть скорости резания. Чем больше подача при одном и том же диаметре отверстия, тем меньшую следует принимать скорость. Для получения шероховатости поверхности отверстия по 8-му классу скорости резания рекомендуется выбирать не выше 6 м/мин.

Точность и шероховатость поверхности, получаемые при развертывании. При развертывании отверстия двумя развертками достигается точность 2-го класса, а при особо тщательной работе — даже точнее. Отверстия диаметром до 10 мм, а также все отверстия 3-го класса точности не требуют двукратного развертывания.

Шероховатость поверхности, получаемая развертыванием, находится в пределах 7—9-го классов.

Кроме развертывания, для отделки внутренних цилиндрических поверхностей в зависимости от требуемой точности и шероховатости применяется также полирование, при котором абразивное полотно наклеивается или наматывается на деревянную оправу; раскатывание шарами с применением для этой цели специальных державок (см. рис. 100, *г*), а также тонкое (алмазное) точение (расточка) и притирка¹.

4. ИЗМЕРЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Измерение неточных отверстий. Измерение неточных отверстий производится при помощи обыкновенного (рис. 128, *а*) или пружинного (рис. 128, *б*) нутромера. Для измерения диаметра отверстия посредством этого инструмента его вводят правой рукой в измеряемое отверстие (рис. 129). Указательным пальцем левой руки прижимают одну из дужек его к стенке отверстия. Слегка покачивая нутромер, нащупывают наименьший раствор его дужек, при котором вторая дужка касается стенки отверстия. Установив раствор нутромера, определяют величину его по измерительной линейке (рис. 130). Конец линейки должен упираться в какую-либо обработанную поверхность, например в стенку части суппорта.

¹ Подробнее о применении этих методов для обработки отверстий см. справочную литературу (стр. 322).

Точность измерения диаметра отверстия нутромером, учитывая ошибки установки его раствора и отсчета величины этого раствора по линейке, находится обычно в пределах от $\pm 0,2$ до $\pm 0,5$ мм. Отметим, что даже такая невысокая точность измерения нутромером возможна лишь при исправном его состоянии. Для этого необходим уход за нутромером, подобный указанному выше при описании кронциркуля.

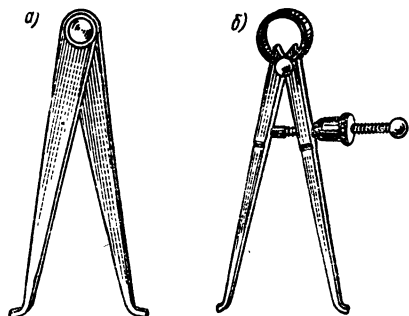


Рис. 128. Нутромеры обыкновенный (а) и пружинный (б)

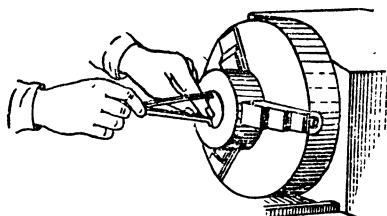


Рис. 129. Измерение нутромером диаметра отверстия

Диаметры более точных отверстий измеряются штангенциркулем, причем используются губки А и В (рис. 131).

Измерение точных отверстий. Точные отверстия диаметром до 10 мм проверяются калибрами, рассматриваемыми ниже.

Отверстия, диаметр которых превышает 10 мм, можно измерять точным штангенциркулем, используя закругленные наружные боковые поверхности его губок. Для определения диаметра измеряемого отверстия к показанию

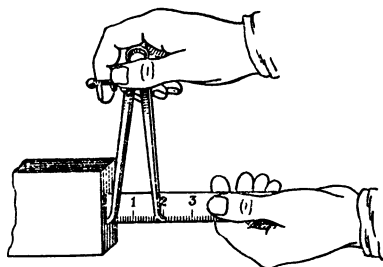


Рис. 130. Определение величины раствора нутромера по измерительной линейке

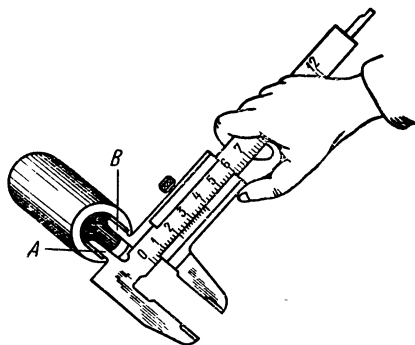


Рис. 131. Измерение диаметра отверстия штангенциркулем

штангенциркуля, прочитанному обычным способом, необходимо прибавлять общую длину его плотно сдвинутых губок. Эта длина (обычно 10 мм) указывается на штангенциркуле. Тем не менее во избежание ошибки перед измерением отверстия рассматриваемым способом следует предварительно измерить общую длину губок штангенциркуля, например микрометром. При помощи

штангенциркуля можно измерять диаметр только части отверстия, расположенной у торца детали, и нельзя проверять его цилиндричность (например, отсутствие конуса), что во многих случаях совершенно необходимо.

Измерение точных отверстий можно производить также при помощи микрометрических нутромеров. Микрометрический нутромер (рис. 132, а) состоит из стебля 1, имеющего на одном конце наконечник со сферической измерительной поверхностью А. Перемещение винта, соответствующее его полным оборотам, отсчитывается по

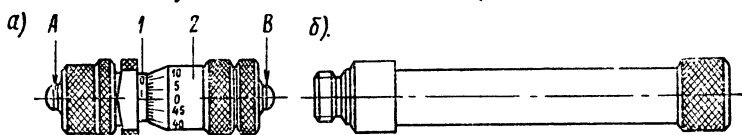


Рис. 132. Микрометрический нутромер (а) и дополнительный стержень к нему (б)

шкале стебля, а перемещение, соответствующее частям оборота, — по шкале барабана 2 со сферической измерительной поверхностью В, связанного с микрометрическим винтом.

Для увеличения пределов измерения микрометрического нутромера к концу стебля можно присоединять удлинительные стержни (рис. 132, б) различной длины.

Рассматриваемый нутромер имеет такой же микрометрический винт, как и микрометр для наружных измерений, поэтому с его помощью можно производить измерения с точностью до 0,01 мм. От-

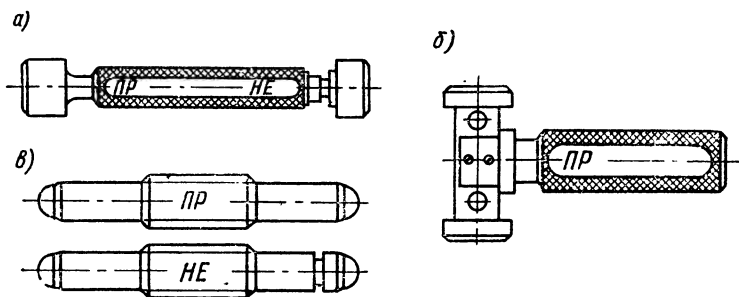


Рис. 133. Предельные калибры-пробки (а, б) и предельные штихмассы (в)

счет по микрометрическому нутромеру производится точно так же, как при пользовании микрометром.

Измеряя отверстия микрометрическим нутромером, необходимо тщательно следить за тем, чтобы он был установлен точно перпендикулярно к оси измеряемого отверстия. Для этого следует опереть один его конец на поверхность отверстия, а другой перемещать в диаметральной плоскости отверстия, нащупывая наименьший размер, подобно тому, как это делается при измерении диаметров отверстий простым нутромером.

Промер необходимо проводить по двум взаимно перпендикулярным диаметрам.

Для проверки диаметров точных отверстий в деталях, изготовляемых в условиях взаимозаменяемости, используются разнообразные предельные калибры-пробки, и предельные штихмасы. Отверстия сравнительно небольших диаметров проверяются предельными калибрами-пробками (рис. 133, а). При проверке отверстий больших диаметров пользуются так называемыми неполными предельными калибрами (рис. 133, б) или предельными штихмасами (рис. 133, в), у которых один из инструментов делается проходным, а другой — непроходным.

5. ОБРАБОТКА УСТУПОВ И КАНАВОК, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ОТВЕРСТИЯХ

Резцы для подрезания внутренних уступов. После обработки ступенчатого отверстия сверлением, зенкерованием или растачиванием получившиеся при этом уступы подрезаются резцом, показанным на рис. 121, б. Главная режущая кромка такого резца делается под углом 5° к прямой, перпендикулярной к его оси. Такие резцы называют расточными для глухих отверстий.

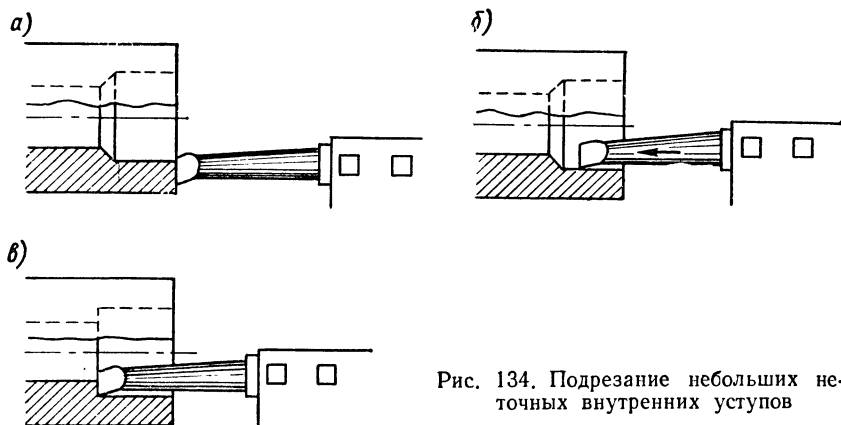


Рис. 134. Подрезание небольших неточных внутренних уступов

Приемы подрезания внутренних уступов. Небольшие неточные уступы подрезаются следующим образом. Резец устанавливается так, чтобы режущая кромка его была строго перпендикулярна к оси отверстия. Для этого предварительно закрепляют резец, а затем подводят режущую кромку его почти вплотную к торцевой плоскости детали (рис. 134, а) или патрона. При правильной установке резца его режущая кромка должна быть параллельна плоскости, к которой он подведен. Закрепив резец окончательно и еще раз проверив указанным способом его установку, подводят вершину резца к поверхности отверстия (рис. 134, б). После этого сообщают

резу быстрою ручную подачу, которую замедляют, как только резец приблизится к обрабатываемому уступу. Подача резца прекращается, когда уступ получает правильную форму (рис. 134, в). После измерения длины отверстия до подрезанного уступа одним из рассмотренных ниже способов возобновляют подачу резца, затем снова производят измерения и т. д. до тех пор, пока положение уступа не будет соответствовать требуемому.

Если подрезается уступ в отверстии настолько малого диаметра, что головки резца не видно, то перед первым вводом резца в отверстие на стержень его по линейке с делениями наносится отметка мелом (рис. 135). Отметка должна быть нанесена так, чтобы расстояние ее до режущей кромки резца было равно расстоянию от торца детали до обрабатываемого уступа. Как только эта отметка при подрезании уступа совпадет с торцом детали, подача резца прекращается.

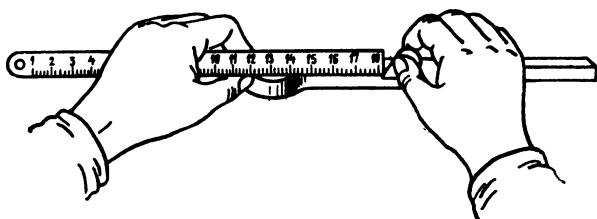


Рис. 135. Нанесение риски на резце для обеспечения требуемого положения уступа в отверстии

После измерения положения уступа в случае надобности последний обрабатывают дополнительно обычным порядком.

Поверхность уступа, обработанного таким способом, получается чистой только при жестком резце. Уступ получается правильным (перпендикулярным к оси отверстия) лишь в том случае, если резец был точно установлен и не сместился под действием усилия резания. Поэтому подрезание небольших уступов, которые должны быть чистыми и точными, осуществляется в два приема. Резец устанавливают так (рис. 136, а), чтобы режущая кромка его составляла с торцевой поверхностью детали угол не менее 5° . Затем подводят резец к предварительно обработанному уступу, несколько углубляют в металл и поперечной подачей (рис. 136, б) окончательно подрезают уступ. Подрезание уступа поперечной подачей делается в два-три прохода резца.

Большие уступы подрезают в несколько проходов резца (ступенями). Продольной подачей резца, установленного так, как показано на рис. 137, а, срезают часть уступа, расположенную ближе к оси отверстия, оставляя по торцу уступа припуск (около 0,5—1 мм) для чистовой обработки. Далее несколькими такими же проходами срезают следующие части уступа. При последнем проходе на боковой поверхности отверстия следует оставить припуск в 0,5—1 мм. Установив резец, как показано на рис. 137, б, снимают этот

припуск продольной подачей. В тот момент, когда резец займет положение, показанное на рис. 137, в, производят окончательную отделку уступа поперечной подачей.

Измерение при подрезании внутренних уступов. Длина участка отверстия, получившаяся после подрезания уступа, в

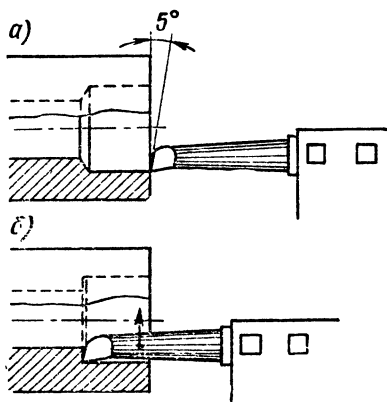


Рис. 136. Подрезание небольших точных внутренних уступов

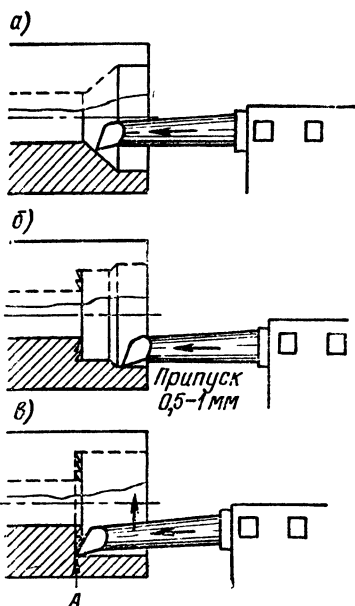


Рис. 137. Подрезание больших внутренних уступов

простейшем случае измеряется линейкой (рис. 138, а). Если диаметр отверстия, в котором расположен уступ, настолько мал, что линейка не входит в отверстие, можно применить или штангенциркуль,

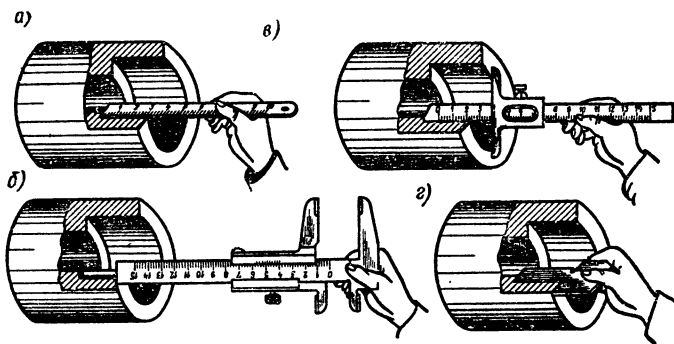


Рис. 138. Измерение при подрезании внутренних уступов

используя для этого его выдвижную линейку (рис. 138, б), или глубиномер (рис. 138, в). При большом количестве одновременно обрабатываемых деталей весьма полезным может быть предельный уступомер, способ пользования которым показан на рис. 138, г.

Резцы для растачивания внутренних канавок. Резец для растачивания внутренних канавок изображен на рис. 139. Ширина (точнее, длина) режущей кромки его выбирается так, как было указано выше (стр. 154) при описании резцов для прорезания наружных канавок. Размер l должен быть на 2—3 мм больше глубины растачиваемой канавки.

Приемы растачивания внутренних канавок. Порядок обработки внутренних канавок устанавливается в зависимости от ширины их и требуемой точности расположения подобно тому, как это делается при прорезании наружных канавок (стр. 154). Растачивание внутренних канавок, однако, значительно труднее и требует большего внимания, ввиду малой жесткости применяемых при этом резцов и часто плохой видимости самих канавок.

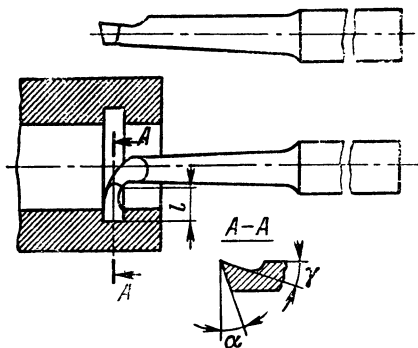


Рис. 139. Резец для растачивания внутренних канавок

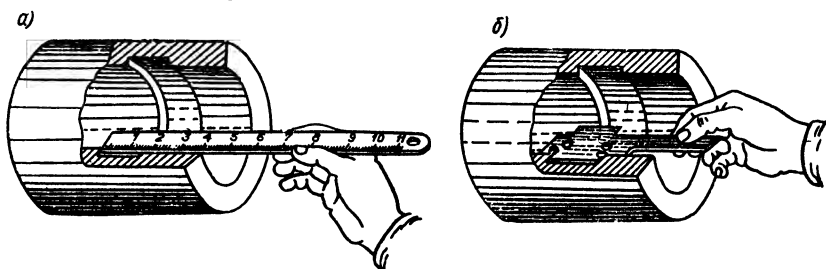


Рис. 140. Измерение ширины внутренних канавок

Измерение внутренних канавок. Ширина канавок, расположенных в отверстиях достаточно большого диаметра и недалеко от торца детали, измеряется линейкой (рис. 140, а), штангенциркулем или

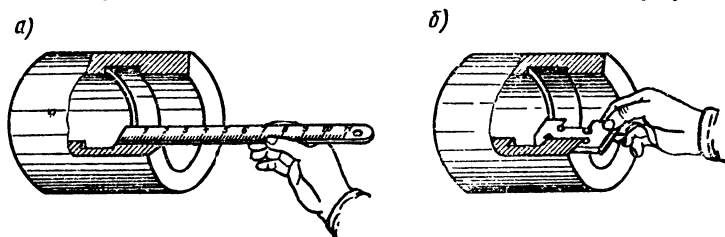


Рис. 141. Измерение при проверке положения внутренних канавок

предельной пластиной (рис. 140, б). Специальные предельные пластины применяются также в случаях, если канавки расположены в отверстиях малого диаметра и далеко от торца детали.

Наиболее употребительные способы проверки положения канавки относительно торца детали показаны на рис. 141, а и б.

Проверка глубины хорошо видимых канавок в отверстиях большого диаметра производится уступомерами, подобными применяемым при проверке наружных канавок.

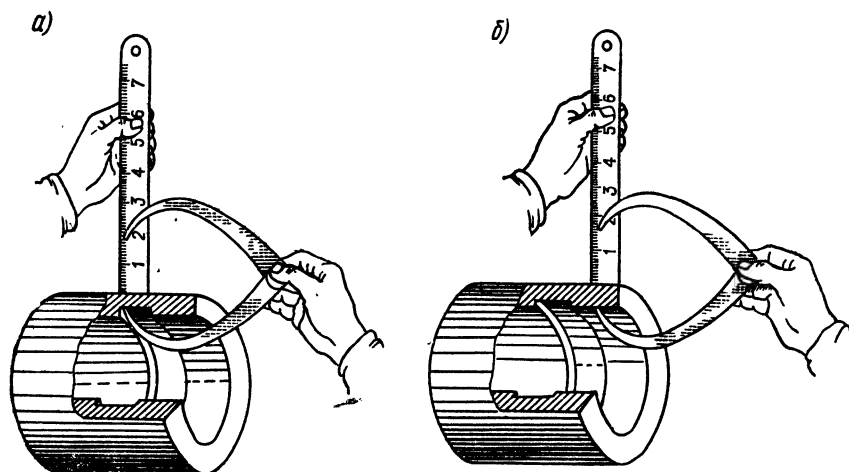


Рис. 142. Измерение глубины внутренних канавок

Глубина канавок измеряется иногда следующим образом (рис. 142, а). Установив линейку на наружной поверхности детали, а кронциркуль так, чтобы одна из его дужек касалась дна канавки, замечают штрих линейки, с которым совпадает вторая дужка циркуля. Затем, не меняя раствора кронциркуля, устанавливают его и линейку так, как это изображено на рис. 142, б, и снова замечают штрих линейки, с которым совпадает верхняя дужка кронциркуля. Вычтя из первого отсчета второй, находят глубину канавки. Например, если первый отсчет 45 мм, а второй 35 мм, то глубина канавки равна 10 мм.

Глава III

ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНУСАХ

Элементы конуса. На рис. 143 показана деталь, средняя часть которой — конус. На этом рисунке D — больший диаметр конуса; d — меньший диаметр конуса; l — длина конуса; L — длина детали, часть которой есть конус; AB — образующая конуса; 2α — угол конуса; α — угол уклона конуса (равен половине угла конуса).

На чертежах деталей с коническими поверхностями указывается иногда конусность этих поверхностей, а иногда уклон конуса.

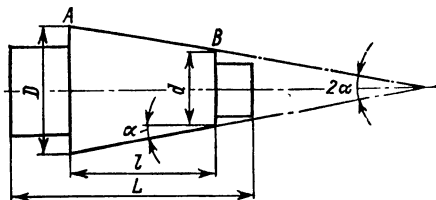


Рис. 143. Элементы конуса

Конусность называется отношение разности диаметров двух поперечных сечений конуса к расстоянию между ними. Конусность обозначается буквой K . Если диаметр одного сечения конуса есть D , другого — d и расстояние между этими сечениями есть l , то конусность этого конуса может быть определена по формуле

$$K = \frac{D-d}{l}. \quad (4)$$

Пример 1. Дан конус, у которого больший диаметр равен 25 мм, меньший 23 мм, а длина его равна 100 мм. Определить конусность.

По формуле (4) находим

$$K = \frac{D-d}{l} = \frac{25-23}{100} = \frac{2}{100} = \frac{1}{50}.$$

Уклоном конуса называется половина конусности.

Например, уклон конуса, размеры которого указаны в примере 1, равен

$$\frac{1}{50} : 2 = \frac{1}{100}.$$

Конусность и уклон конуса выражаются обычно простой дробью, записываемой так: 1 : 20; 1 : 50 и т. д. В некоторых случаях

конусность и уклон конуса указывают на чертежах десятичной дробью, например: 0,05; 0,02 и т. д.

Если даны два конуса с конусностью у первого 0,05, а у второго 1 : 20, то очевидно, что конусность их одинакова. В самом деле,

$$0,05 = \frac{5}{100} = \frac{1}{20}.$$

Связь между размерами конуса. На чертеже конуса не всегда бывают проставлены все размеры, необходимые для обработки конуса выбранным способом. Поэтому токарь должен хорошо знать, какая существует связь между размерами конусов, и по данным размерам находить другие, не указанные на чертеже.

Это можно делать, пользуясь табл. 37.

Т а б л и ц а 37

Формулы для определения размеров конуса, не указанных на чертеже

№ п/п	Определяемые размеры	Указанные размеры	Формулы для определения неуказанных размеров
1	D	d, l, α	$D = 2l \operatorname{tg} \alpha + d$
2	D	d, l, K	$D = Kl + d$
3	d	D, l, α	$d = D - 2l \operatorname{tg} \alpha$
4	d	D, l, K	$d = D - Kl$
5	α	D, d, l	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l}$
6	α	D, l, K	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K}{2}$
7	α	d, l, K	$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K}{2}$

Пользование табл. 37 поясним на примерах.

П р и м е р 1. Дан конус, у которого $d = 60$ мм, $l = 900$ мм и $K = 1 : 30$. Определить больший диаметр этого конуса.

По строке 2-й табл. 37 имеем

$$D = Kl + d = \frac{1}{30} \cdot 900 + 60 = 30 + 60 = 90 \text{ мм.}$$

П р и м е р 2. Дан конус, у которого $D = 50$ мм, $l = 200$ мм и $\alpha = 3^\circ 30'$. Определить меньший диаметр этого конуса.

По строке 3-й табл. 37 имеем

$$d = D - 2l \operatorname{tg} \alpha = 50 - 2 \cdot 200 \operatorname{tg} 3^\circ 30'.$$

По таблице тангенсов (стр. 319) находим $\operatorname{tg} 3^\circ 30' = 0,061$. Поэтому

$$d = 50 - 2 \cdot 200 \cdot 0,061 = 50 - 24,4 = 25,6 \text{ мм.}$$

П р и м е р 3. Определить угол α уклона конуса, если на чертеже указаны его размеры: $D = 80$ мм; $d = 60$ мм, $l = 120$ мм.

По строке 5-й табл. 37 имеем

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D-d}{2l} = \frac{80-60}{2 \cdot 120} = \frac{1}{12} = 0,083.$$

По таблице тангенсов находим (приблизительно) $\alpha = 4^{\circ} 45'$.

Пример 4. Дан конус, у которого $D = 90$ мм, $l = 900$ мм, $K = \frac{1}{30}$.

Определить угол наклона этого конуса.

По строке 6-й табл. 37 имеем

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{K}{2} = \frac{1}{30} : 2 = \frac{1}{60} = 0,017.$$

По таблице тангенсов находим (приблизительно) $\alpha = 1^{\circ}$.

Стандартные конусы, применяемые в машиностроении. В машиностроении приняты инструментальные конусы, называемые конусами Морзе и метрическими. Конические хвостовики многих режущих инструментов (сверл, зенкеров, разверток и т. д.) имеют эти конусы. Конические отверстия в шпинделях станков — также конусы Морзе или метрические. В инструментальном деле и в общем машиностроении приняты, кроме того, конусы с конусностью 1 : 30 и 1 : 50.

Инструментальные конусы стандартизованы двух типов — с лапкой (рис. 144, а) и без лапки (рис. 144, б).

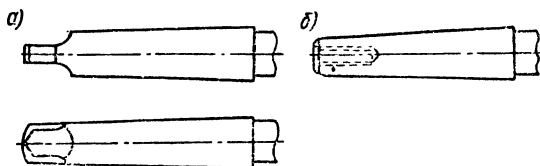


Рис. 144. Инструментальные конусы с лапкой (а) и без лапки (б)

С лапкой бывают конусы Морзе семи размеров, обозначаемые № 0, 1, 2, 3, 4, 5 и 6, и метрические, обозначаемые № 80, 100, 120, 140 (рекомендуется по возможности не применять), 160 и 200. Конусы без лапки Морзе и метрические бывают тех же номеров, как и конусы с лапкой. Кроме того, стандартизованы метрические конусы без лапки — № 4 и 6.

Наименьший конус Морзе № 0, а наибольший — № 6. Первые конусы Морзе изготовлялись в дюймовой системе, поэтому размеры их при переводе на метрические меры выражаются дробными числами. Так, например, у конуса Морзе № 2 с лапкой $D = 17,980$ мм, $d = 14,059$ мм и $l = 78,5$ мм. Углы уклона у всех номеров конусов Морзе различны, но колеблются в довольно узких пределах, от $1^{\circ} 25' 43''$ у конуса № 1 до $1^{\circ} 30' 26''$ у конуса № 5. Неодинакова также и их конусность, которая колеблется в пределах 0,04988 у конуса № 1 до 0,05263 у конуса № 5. Самый маленький метрический конус имеет № 4, самый большой — № 200. Номер метрического конуса

соответствует количеству миллиметров, содержащихся в большем диаметре данного конуса. Например, у метрического конуса № 80 больший диаметр равен 80 мм. Углы уклона метрических конусов всех размеров и конусность их постоянны, а именно: $\alpha = 1^\circ 25' 56''$, $K = 1 : 20 = 0,05$.

Конусность 1 : 30 имеют отверстия в насадных развертках и зенкерах. Коническая форма отверстий в этих инструментах необходима для лучшего центрирования и прочности посадки их на оправках. Такую же конусность имеют и рабочие концы оправок для разверток и зенкеров. Угол уклона при конусности 1 : 30 составляет $0^\circ 55'$.

Конусность 1 : 50 имеют установочные штифты, применяемые в случае, когда необходимо, чтобы две детали машины, скрепленные болтами, не могли перемещаться одна относительно другой (например, фартук суппорта и его продольные салазки). Установочные штифты входят в отверстия, просверленные и развернутые одновременно в обеих деталях, после их сборки. Конусность таких штифтов принята равной 1 : 50, что соответствует углу уклона $\alpha = 0^\circ 34'$.

2. ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ КОНУСОВ УСТАНОВЛЕННЫМ (ШИРОКИМ) РЕЗЦОМ

Сущность способа обработки наружных конусов установленным резцом. На рис. 145 показан пример обработки конуса установленным резцом. Обрабатывается конический переход детали 1 посредством резца 2, режущая кромка которого составляет с осью детали

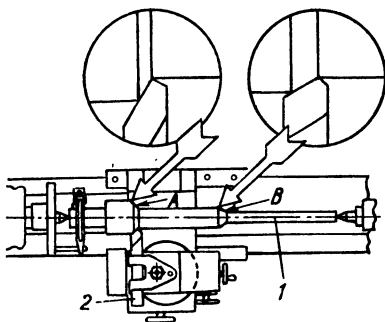


Рис. 145. Обработка конуса установленным резцом

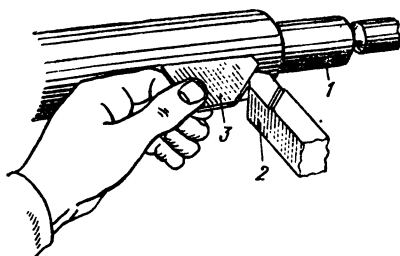


Рис. 146. Установка резца для обработки конуса

угол, равный углу уклона обрабатываемого конуса. Для такой установки резца пользуются шаблоном, изображенным на рис. 146, где 1 — часть обрабатываемой детали, 2 — резец и 3 — шаблон. Обработка конуса установленным резцом может производиться как при продольной, так и при поперечной подаче резца.

Особенности обработки конуса установленным резцом. При обтачивании конуса, длина образующей которого больше 10—15 мм,

довольно часто возникают вибрации, вызывающие образование волнистости на обработанной поверхности. Эти вибрации тем сильнее, чем больше длина детали, чем меньше ее диаметр, чем меньше угол уклона конуса и, наконец, чем ближе конус расположен к середине детали. Сопоставляя работу резцов (рис. 145) при обтачивании конусов *А* и *В*, мы видим, что первый из них работает в более благоприятных условиях, чем второй. Действительно, угол уклона первого конуса больше угла уклона второго конуса; в то же время длина образующей первого конуса меньше, чем второго. Вследствие этого сила, изгибающая деталь и вызывающая вибрации, при обтачивании первого конуса будет меньше, чем при обтачивании второго. Кроме того, первый конус расположен у конца детали, а второй почти в ее середине. Поэтому при обработке первого конуса вибрация детали будет меньше, чем при обработке второго.

Волнистая поверхность детали может получиться и в том случае, когда вылет резца велик или резец закреплен недостаточно прочно. Но если вибрации и не будет (что возможно при обработке жесткой детали с короткой образующей и большим углом уклона конуса), то следует ожидать смещения резца под действием силы резания. Такое смещение особенно вероятно при большом вылете резца и недостаточно жестком его закреплении. По той или другой причине (либо обоим вместе) не будет выдержан требуемый угол уклона конуса. Кроме того, точно установить резец довольно трудно ввиду сравнительно небольшой длины его режущей кромки. При непрямолинейной режущей кромке резца обработанная поверхность не будет, очевидно, иметь правильной конической формы. Следует учесть, что при обработке конусов как установленным резцом, так и другими способами, резец необходимо устанавливать точно по высоте центров станка.

Наружные конусы, обрабатываемые установленным резцом.

Конические поверхности установленным резцом можно обрабатывать в случаях:

- 1) когда длина образующей конуса не превышает 10—15 мм;
- 2) деталь, имеющая коническую поверхность, жесткая;
- 3) обрабатываемый конус расположен близко к закрепленному концу детали;
- 4) угол наклона этого конуса большой;
- 5) высокой точности угла уклона конуса, чистоты поверхности и прямолинейности его образующей не требуется.

Проверка наружных конусов, обрабатываемых установленным резцом. Для проверки угла уклона конуса, обработанного установленным резцом, пользуются шаблоном, как показано на рис. 147.

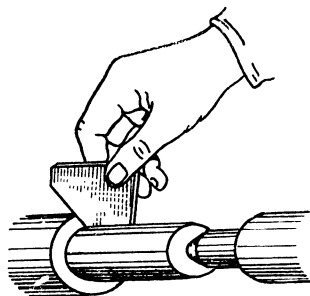


Рис. 147. Проверка конуса шаблоном

3. ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ КОНУСОВ ПРИ ПОВЕРНУТЫХ ВЕРХНИХ САЛАЗКАХ СУППОРТА

Сущность способа обработки наружных конусов при повернутых верхних салазках суппорта. При этом способе обработки конусов поворотные салазки суппорта устанавливаются так, как показано на рис. 148. На этом рисунке: 1 — обрабатываемая деталь (передняя часть ее — конус); 2 — верхние салазки суппорта; 3 — рукоятка винта подачи этих салазок; 4 — резец. Вращая рукоятку 3, мы сообщим резцу 4 подачу, и он обработает коническую часть детали 1.

Определение угла поворота верхних салазок суппорта. Угол поворота верхних салазок суппорта при обработке конуса определяется по следующему правилу.

Чтобы угол уклона обрабатываемого конуса равнялся требуемому, необходимо установить верхние салазки суппорта под углом к осевой линии станка, равным углу уклона данного конуса.

Если на чертеже детали угол уклона конической части ее не указан, а даны какие-нибудь другие элементы конуса, то этот угол уклона можно найти по одной из формул, приведенных в табл. 37.

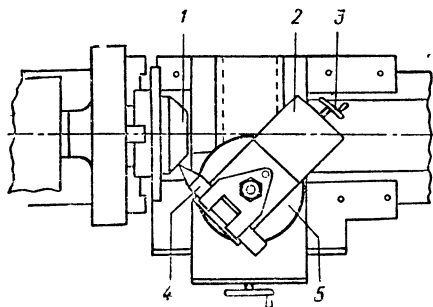


Рис. 148. Обработка конуса при повернутых верхних салазках суппорта

Отсчет угла поворота верхних салазок суппорта. Отсчет угла поворота верхних салазок суппорта производится по делениям, нанесенным (рис. 148) на опорном фланце 5 его поворотной части. Каждое такое деление обычно соответствует 1° , так что более мелкие отсчеты ($1/2^\circ$, $1/4^\circ$) приходится делать на глаз.

Недостатки способа обработки наружных конусов при повернутых верхних салазках суппорта. Главный недостаток этого способа состоит в том, что обработка осуществляется обычно при ручной подаче резца¹. Такая подача часто бывает неравномерной, вследствие чего чистота обрабатываемой поверхности конуса получается неудовлетворительной. Длина конуса, обрабатываемого рассматриваемым способом, ограничивается наибольшим перемещением верхних салазок суппорта, которое даже у такого современного станка, как модели 1К62, составляет всего 140 мм. Необходимо отметить, наконец, что обработка даже таких сравнительно не длинных конусов при ручной подаче утомительна для токаря и резко снижает производительность.

¹ Автоматическую подачу верхних салазок суппорта имеют только крупные токарные станки и некоторые новейшие модели универсальных станков.

Наружные конусы, обрабатываемые при повернутых верхних салазках суппорта. Из сказанного выше вытекает, что конические поверхности детали можно обрабатывать при повернутых верхних салазках: 1) если длина образующей конуса невелика; 2) если обрабатываемый конус имеет большой угол уклона; 3) если не требуется высокой точности угла уклона; 4) при низких требованиях к шероховатости поверхности.

Проверка конусов, обрабатываемых при повернутых верхних салазках. Измерение таких конусов, преимущественно коротких,

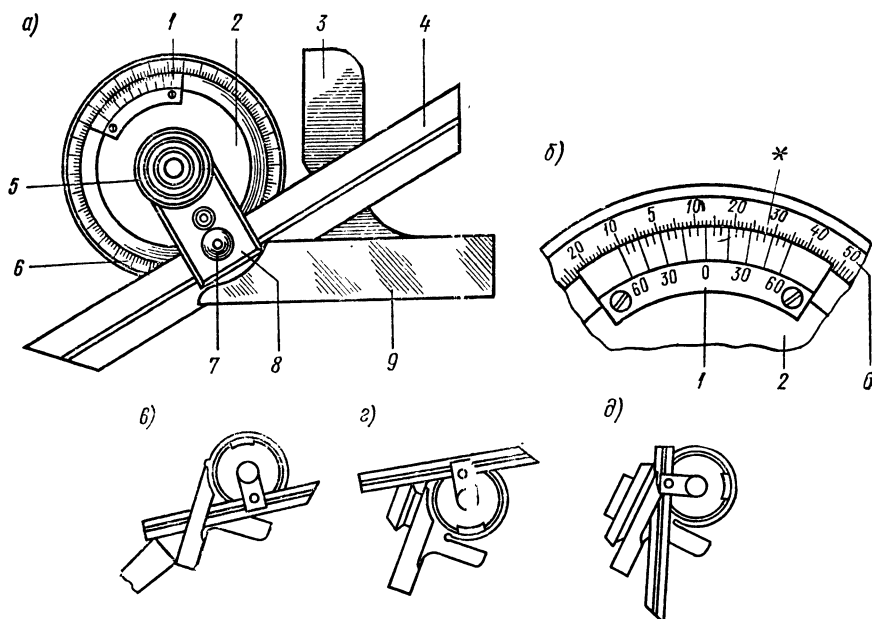


Рис. 149. Универсальный угломер и примеры его применения

производится угломерами, например универсальным (рис. 149, а, б). Основной частью универсального угломера является диск 6, одно целое с которым составляет линейка 9. По окружности диска нанесена шкала с градусными делениями. Поворотный диск 2 может быть установлен в требуемом положении относительно диска 6 и закреплен посредством головки 5. К поворотному диску прикреплены нониус 1, каждое деление которого соответствует 5 мин, и держатель 8 линейки 4. Линейка может быть закреплена в требуемом положении головкой 7.

Линейки 9 и 4 могут быть установлены в таком положении, что угол, образованный их рабочими кромками, будет равен требуемому. Отсчет величины этого угла производится по шкале диска 6 и нониусу 1, как и в случае определения показания штангенциркуля. Предположим, что после закрепления поворотного диска 2

нониус *1* занял относительно шкалы диска *б* положение, показанное на рис. 149, *б*. Нулевой штрих нониуса уже прошел 12-й штрих шкалы диска *б*, а с одним из штрихов шкалы наиболее точно совпадает 40-й штрих нониуса. На рис. 149, *б* эти штрихи отмечены звездочкой. Это значит, что угол между рабочими кромками линейек *4* и *9* (рис. 149, *а*) при данном их положении составляет $12^{\circ}40'$.

Добавочная линейка *3* используется при измерении острых углов; в этом случае отсчет целых градусов ведется не от нулевого, а от 90-го штриха шкалы диска *б*.

На рис. 149, *в* показана проверка универсальным угломером угла при вершине рабочего конуса центра токарного станка, а на рис. 149, *г, д* — проверка углов конической шестерни.

4. ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ КОНУСОВ ПРИ СМЕЩЕННОЙ ЗАДНЕЙ БАБКЕ

Сущность способа обработки наружных конусов при смещенной задней бабке. Если мы передвинем корпус задней бабки по основной плите ее на некоторую величину *S* в сторону токаря, то получим положение заднего центра, показанное на рис. 150, *а* сплошными линиями.

Пунктирными линиями показан задний центр в среднем положении (ось центра совпадает с центральной линией станка). Линия *ОО* изображает центровую линию станка, а линия *АА* — путь вершины

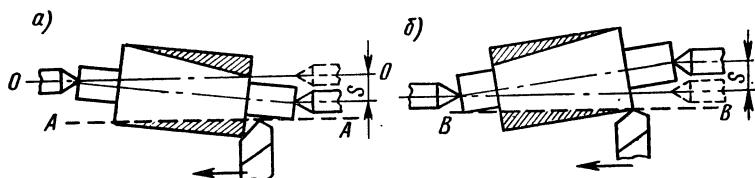


Рис. 150. Образование конической поверхности при сдвиге задней бабки

резца при его продольной подаче. При вращении детали, закрепленной в центрах станка, и перемещении резца по указанной на фигуре стрелке резец срежет с детали часть материала (заштрихованную). В результате деталь получится конической. Вершина конуса обращена к задней бабке станка.

Сместив корпус бабки на величину *S* в направлении от токаря, получим положение заднего центра, показанное на рис. 150, *б* сплошными линиями. Пунктирными линиями и в этом случае показан задний центр, установленный в среднем положении. Если заставить деталь вращаться, а резцу сообщить продольную подачу, то вершина его, перемещаясь по прямой *ВВ*, срежет с детали часть материала, заштрихованную на рис. 150, *б*. В результате деталь получится конической. Вершина конуса обращена к передней бабке.

Из всего сказанного следует.

На токарном станке можно обрабатывать конические детали, смещая со среднего положения корпус задней бабки. Если при этом бабка смещена в сторону токаря, конус получится с вершиной, обращенной к задней бабке. Если же корпус бабки смещен от токаря, то получится конус с вершиной, обращенной к передней бабке.

В дальнейшем вместо выражения «смещение корпуса задней бабки» говорится для краткости «смещение задней бабки».

Определение величины смещения задней бабки при обработке конусов. Величина смещения задней бабки при обработке конической части детали находится по одной из следующих формул:

$$S = \frac{L}{l} \frac{D-d}{2}; \quad (5)$$

$$S = L \operatorname{tg} \alpha; \quad (6)$$

$$S = \frac{L}{2} K. \quad (7)$$

В этих формулах: S — величина смещения задней бабки в мм; L — длина детали, часть которой есть конус, в мм; l — длина конической части детали в мм; D — большой диаметр конуса в мм; d — меньший диаметр конуса в мм; α — угол уклона конуса в град; K — конусность.

Пример 1. Определить величину смещения задней бабки при обработке детали, если ее длина равна 600 мм, длина конической части 300 мм и диаметры этой части 68 и 60 мм.

По формуле (5) находим

$$S = \frac{L}{l} \frac{D-d}{2} = \frac{600}{300} \frac{68-60}{2} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ мм.}$$

Пример 2. Определить величину смещения задней бабки при обработке детали, длина которой равна 400 мм, а угол уклона конической части 3° .

По формуле (6) находим

$$S = L \operatorname{tg} \alpha = 400 \operatorname{tg} 3^\circ.$$

По таблице тангенсов (стр. 319) находим $\operatorname{tg} 3^\circ = 0,052$, поэтому

$$S = 400 \cdot 0,052 = 20,8 \approx 21 \text{ мм.}$$

Пример 3. Определить величину смещения задней бабки при обработке детали, длина которой равна 600 мм и некоторая часть ее есть конус с конусностью 1 : 30.

По формуле (7) находим

$$S = \frac{L}{2} K = \frac{600}{2} \frac{1}{30} = \frac{600}{60} = 10 \text{ мм.}$$

Очевидно, что формулы (5), (6) и (7) и примеры их применения справедливы как для случая обработки конуса с вершиной, обращенной в сторону передней бабки, так и для обработки конуса, вершина которого обращена к задней бабке.

Отсчет величины смещения задней бабки. Отсчет величины смещения бабки производится по небольшой шкале, нанесенной на опорной плите бабки (со стороны маховика). Цена одного деления обычно

равна 1 мм. При отсутствии шкалы с делениями для отсчета величины смещения бабки используют лимб винта поперечной подачи суппорта или индикатор. В первом случае поступают следующим образом. Поперечной подачей суппорта к пиноли задней бабки, установленной в среднее положение, подводят резец, закрепленный в резцедержателе задним концом вперед (рис. 151, а). Резец прижимают к пиноли так, чтобы полоска бумаги, положенная между концом резца и шпинделем, не выпадала, но вместе с тем могла быть и извлечена без большого усилия. После этого отодвигают резец назад на величину смещения задней бабки, пользуясь лимбом винта поперечной подачи суппорта. Затем передвигают бабку в сторону токаря настолько, чтобы полоска бумаги была снова зажата между

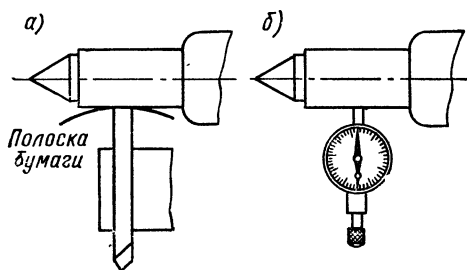


Рис. 151. Способы контроля величины сдвига задней бабки

резцом и пинолью бабки так же плотно, как и при первом положении бабки.

Если необходимо сместить бабку от токаря, то прижимают резец к пиноли так же, как и в рассмотренном выше случае, и затем смещают бабку (в сторону от токаря) немного больше, чем требуется. После этого, переместив резец вперед на величину смещения бабки

(по лимбу), передвигают ее обратно (к себе), пока пиноль не коснется резца. Плотность прилегания пиноли к резцу и в этом случае проверяется полоской бумаги.

При настройке станка с помощью индикатора кнопку его подводят к пиноли задней бабки (рис. 151, б). После этого бабка может быть смещена в сторону токаря или от токаря, причем величину смещения ее покажет стрелка индикатора.

Достоинства и недостатки способа обработки конусов при смещенной задней бабке. Рассмотренный способ находит широкое применение, так как не требует специальных приспособлений и может быть осуществлен на каждом токарном станке. Основным недостатком его состоит в том, что центры станка при смещении задней бабки располагаются в центровых отверстиях детали не так, как при обычной установке бабки (рис. 152, а), а как показано на рис. 152, б, вследствие чего центровые отверстия в детали и центры станка срабатываются неправильно. Если деталь после обтачивания конуса при смещенной задней бабке поставить на нормально установленные центры и произвести обработку ее цилиндрической части, оси этой части и ранее обработанной конической не совпадут. Поэтому при обработке деталей, часть которых представляет собой конус, следует предварительно обтачивать конусную часть, затем выполнять обдирку и окончательную отделку цилиндрической части и лишь после этого начисто обтачивать конус. Иногда после черновой обра-

ботки конуса подправляют центровые отверстия и лишь после этого обрабатывают конус окончательно.

Необходимо отметить, что даже при правильном определении величины смещения задней бабки по всем приведенным выше формулам и правильном отсчете ее сдвига конусность обработанного конуса не получается точной. Поэтому при обработке точных конусов окончательное положение бабки определяется опытным путем. С этой целью, как только будет обработана начерно вся поверхность конуса, производится предварительная проверка его размеров.

В зависимости от результатов проверки или заканчивается обработка конуса, или задняя бабка смещается в ту или иную сторону. В последнем случае по окончании прохода резца надо проверить размеры обрабатываемого конуса и снова, если это окажется необходимым, сместить бабку и т. д.

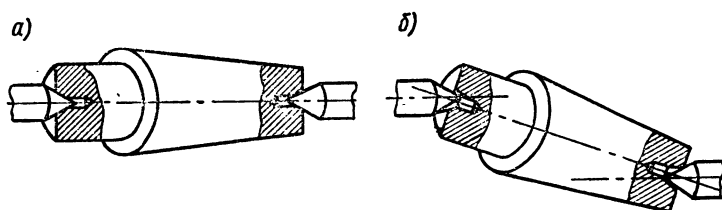


Рис. 152. Положения центров в центровых отверстиях при нормальном (а) и сдвинутом (б) положениях задней бабки

Наружные конусы, обрабатываемые при смещении задней бабки. Указанный выше неправильный износ центровых отверстий в детали, коническая часть которой обрабатывается при сдвинутой задней бабке, получается тем значительнее, чем меньше длина детали и чем больше величина сдвига бабки.

Для общего руководства можно считать, что величины смещения задней бабки при обработке конической части детали не должны быть больше примерно $\frac{1}{100}$ всей ее длины. При дальнейшем смещении бабки (при той же длине детали) искажение формы центровых отверстий в детали может получиться недопустимым.

Так, например, коническую часть детали, вся длина которой равна 200 мм, можно обрабатывать при смещенной задней бабке, если необходимая при этом величина сдвига бабки не больше (примерно)

$$200 \frac{1}{100} = \frac{200}{100} = 2 \text{ мм.}$$

Если для обработки конической части той же детали необходим больший сдвиг бабки, рассматриваемый способ обтачивания конусов применять не рекомендуется.

Проверка конусов, обрабатываемых при смещенной задней бабке. Проверку таких конусов обычно производят калибром-втулкой

(рис. 153, а). Тщательно очистив от грязи и стружек втулку и проверяемый конус, на поверхность последнего (вдоль образующих) наносят мелом, а еще лучше карандашом две-три риски. После этого надевают втулку на проверяемый конус и поворачивают ее, слегка нажимая, вдоль оси. Сняв втулку, смотрят, где и как стерлись меловые или карандашные риски. Если риски стерлись по всей длине, это значит, что угол конуса правилен; если они стерлись только

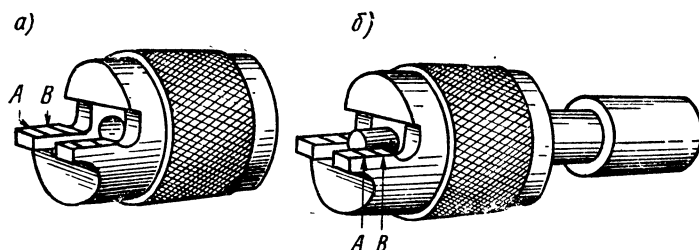


Рис. 153. Калибр-втулка (а) для проверки наружных конусов и ее применение (б)

у меньшего диаметра конуса, угол конуса мал. При слишком большом угле конуса риски сотрутся у его большего диаметра.

Одновременно с проверкой угла конуса производится проверка его диаметров. При правильно обработанном конусе торец его должен лежать между рисками *A* и *B* (рис. 153, а), нанесенными на срезанной поверхности втулки (рис. 153, б). Если конец конуса не доходит до риски *B*, необходима дополнительная обработка конуса. Если торец конуса проходит дальше риски *A*, — имеем окончательный брак. При другой конструкции калибра вместо рисок используются соответственно изготовленные торцы калибра. Если коническая часть детали является крайней, проверка ее может быть произведена угломером (см. рис. 149).

5. ОБРАБОТКА НАРУЖНЫХ КОНУСОВ ПРИ ПОМОЩИ КОНУСНОЙ ЛИНЕЙКИ И ГИДРОСУППОРТА

Сущность способа обработки конусов при помощи конусной линейки. Обработка конусов этим способом производится путем использования одновременно двух подач резца — продольной и поперечной. Продольная подача резца получается как обычно, т. е. от ходового валика или ходового винта, а поперечная — посредством конусной линейки. Винт поперечной подачи суппорта в этом случае должен быть снят или выключен. Очевидно, что при обработке конусов с разными углами уклона поперечные подачи резца должны быть различны, что и обеспечивается устройством линейки.

Устройство конусной линейки. На горизонтальной полке (рис. 154) угольника 2, прикрепленного к задней стенке станины станка, закреплена плита 3. На плите находится точно и чисто обработанная линейка 5, которая может поворачиваться на некоторый угол около

пальца (на рисунке не виден), расположенного в середине линейки. Отсчет угла поворота линейки производится по градусной шкале *В*, имеющейся на плите *З*, и риске, нанесенной на торце линейки *5*. Линейка закрепляется в требуемом положении посредством болтов *4* и *8*. Поперечные салазки суппорта несколько удлинены и имеют два продольных паза *А* и *С*. Болт *1*, проходящий через паз *А*, служит для соединения гайки винта поперечной подачи с поперечными салазками суппорта. Если немного вывернуть болт *1*, поперечные салазки смогут свободно перемещаться по своим направляющим.

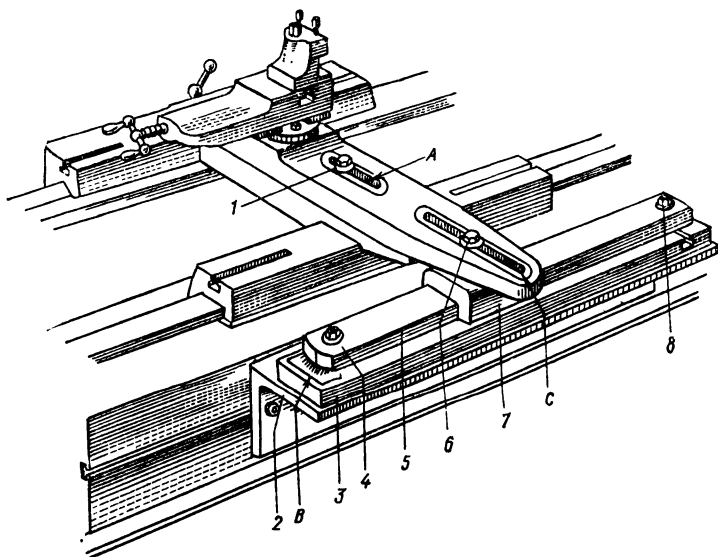


Рис. 154. Конусная линейка

Гайка и винт поперечной подачи будут оставаться при этом неподвижными. Болт *6* соединяет с поперечными салазками ползунок *7*, охватывающий линейку *5*. Предположим, что болт *1* вывернут, болт *6* затянут, а линейка *5* установлена под углом к оси станка. Если мы включим теперь продольную подачу суппорта, ползунок *7*, двигаясь по линейке, заставит перемещаться поперечные салазки по прямой линии, наклонной к оси станка; обрабатываемая деталь получится конической формы.

Для выключения конусной линейки необходимо вывернуть болт *6* и, наоборот, затянуть болт *1*.

Некоторые разновидности устройства для обработки конусов при помощи конусной линейки. Суппорты многих токарных станков не приспособлены для обработки конуса по линейке. В таких случаях для возможности использовать приспособление для конусной обработки приходится вынимать винт поперечной подачи суппорта.

Линейка у некоторых станков поворачивается около пальца, расположенного не в середине, а у конца ее. Шкалы для отсчета

угла поворота линейки имеют иногда не градусные, а миллиметровые деления, и в редких случаях — деления, соответствующие 1 мм конусности на 100 мм длины конуса. Отступления от наиболее распространенных устройств конусной линейки не влияют на ее работу, но должны быть учтены при определении угла поворота.

Определение угла поворота конусной линейки. Угол поворота линейки должен быть равен углу уклона конуса. Например, если угол уклона обрабатываемого конуса равен 6° , линейку следует повернуть также на угол, равный 6° . В том случае, когда известны конусность или даны диаметры и длина обрабатываемого конуса, угол поворота линейки находится по соответствующим формулам табл. 37.

Если линейка установлена так, что левый конец ее (считая со стороны рабочего места) ближе к токарю, чем правый, получается конус, вершина которого обращена к задней бабке. При обработке конуса с вершиной, обращенной к передней бабке, линейка должна быть установлена так, чтобы правый конец ее был ближе к токарю, чем левый.

Отсчет угла поворота линейки, если шкала ее имеет миллиметровые деления, производится по одной из следующих формул:

$$S = \frac{L_0}{l} \frac{D-d}{2}; \quad (8)$$

$$S = L_0 \operatorname{tg} \alpha; \quad (9)$$

$$S = \frac{L_0}{2} K. \quad (10)$$

В этих формулах: S — число миллиметровых делений шкалы линейки, на которые она должна быть повернута; L_0 — расстояние от оси вращения линейки до торца ее, на котором нанесена шкала в мм; D — больший диаметр конуса в мм; d — меньший диаметр конуса в мм; K — конусность; l — длина конической части детали в мм; α — угол уклона конуса в град.

Пр и м е р 1. Определить угол поворота конусной линейки по миллиметровой шкале, если обрабатывается конус с диаметрами 60 и 50 мм и длиной 250 мм. Расстояние от оси поворота линейки до ее шкалы равно 500 мм.

По формуле (8) находим

$$S = \frac{L_0}{l} \frac{D-d}{2} = \frac{500}{250} \frac{60-50}{2} = 10 \text{ мм.}$$

Если деление шкалы линейки соответствует 1 мм конусности на 100 мм длины конуса, величина поворота линейки находится по формуле

$$S = \frac{100}{L} (D-d), \quad (11)$$

где S — число делений шкалы линейки, на которое она должна быть повернута; L — длина детали, часть которой есть конус, в мм; D — больший диаметр конуса в мм; d — меньший диаметр конуса в мм.

Пример 2. Требуется обточить конус, диаметры которого равны 22 и 20 мм, а длина детали, частью которой является этот конус, равна 400 мм. Каждое деление шкалы линейки станка соответствует 1 мм конусности на 100 мм длины конуса.

По формуле (11) находим

$$S = \frac{100}{L} (D - d) = \frac{100}{400} (22 - 20) = \frac{100 \cdot 2}{400} = 0,5 \text{ деления.}$$

Достоинства способа обработки наружных конусов при помощи конусной линейки. Этот способ обработки конусов имеет ряд достоинств; к главным относятся следующие:

1) задняя бабка станка находится в среднем положении, поэтому не происходит ненормального износа центровых отверстий, что неизбежно при смещении задней бабки;

2) конусность обрабатываемого конуса получается в большинстве случаев практики достаточно точной без дополнительных установок конусной линейки;

3) этот способ позволяет обрабатывать конусы с большей конусностью, чем при смещении задней бабки.

Наружные конусы, обрабатываемые при помощи конусной линейки. Наибольшая конусность конуса, обрабатываемого этим способом, определяется наибольшим возможным углом поворота конусной линейки данного станка.

Наибольший угол поворота конусной линейки обычно равен 10—12°.

Проверка наружных конусов, обрабатываемых при помощи конусной линейки. Проверка осуществляется так же, как конусов, обработанных при сдвинутой задней бабке.

Обработка конусов при помощи гидросуппорта. Устройство и работа гидросуппорта рассматриваются ниже, в главе четвертой третьей части этой книги (стр. 315).

6. ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ОТВЕРСТИЙ

Способы обработки конических отверстий. Обработка конических отверстий может производиться установленным резцом, при повернутых верхних салазках суппорта, с помощью конусной линейки и развертыванием. Сущность трех первых из этих способов, связанные с ними подсчеты и приемы их выполнения такие же, как и у соответствующих способов обработки наружных конусов. Поэтому ниже рассматриваются некоторые особенности обработки конических отверстий в сплошном материале и развертывание конических отверстий.

Особенности обработки конических отверстий в сплошном материале. Такие отверстия предварительно сверлятся. Диаметр используемого при этом сверла должен быть на 2—3 мм меньше меньшего диаметра конуса. Если угол уклона конуса велик, то полученное таким образом отверстие перед растачиванием рассверливается или растачивается уступами. Для этого желательно иметь

деталь (или образцовый конус) с наружным конусом, одинаковым с обрабатываемым. Например, если обрабатываемое коническое отверстие (рис. 155, а) должно иметь диаметры D и d при длине l и имеется образцовый конус (рис. 156) с такими же размерами, то отверстие предварительно обрабатывают следующим образом.

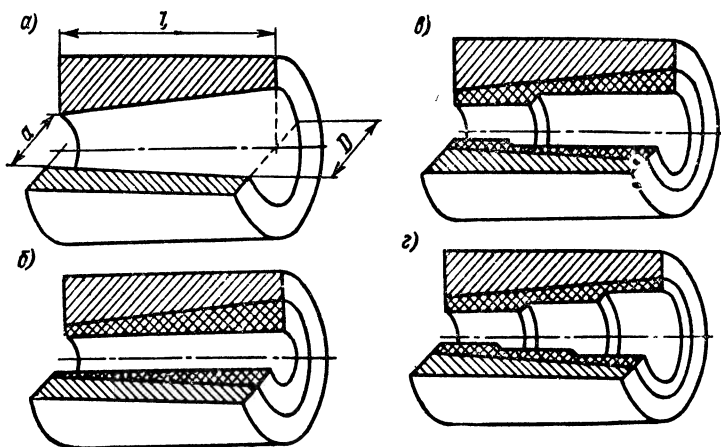


Рис. 155. Предварительная обработка конического отверстия

Разделив длину образцового конуса, например, на три части, измеряют диаметры d_2 и d_1 и расстояния l_2 и l_1 от правого торца до сечений, в которых измерены эти диаметры. После того как обрабатываемое отверстие просверлено (рис. 155, б) сверлом, диаметр которого на 2—3 мм меньше d , рассверливают (рис. 155, в) его сначала на глубину немного меньшую l_1 сверлом диаметром меньшим d_1 , а затем (рис. 155, г) на глубину немного меньшую l_2 сверлом, диаметр которого меньше d_2 . Затем растачивают отверстие, которое может быть выполнено много быстрее, чем в том случае, если бы растачивание конуса выполнялось сразу

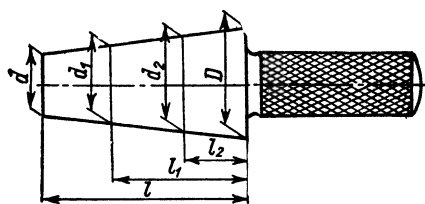


Рис. 156. Образцовый конус, применяемый при предварительной обработке конического отверстия

же после первого сверления (рис. 155, б), когда припуск на обработку был гораздо больше. При предварительной обработке сверлением больших конических отверстий на мощных станках надо начинать с большего сверла и сверлить им на глубину меньшую l_2 , затем сверлом меньшего диаметра обрабатывать второй уступ и т. д.

При отсутствии образцового конуса размеры d_1 , d_2 , l_1 и l_2 могут быть определены непосредственным их измерением на чертеже де-

тали с учетом масштаба, в котором он выполнен, или соответствующими вычислениями.

Задний угол резца, применяемого при растачивании конического отверстия, следует выбирать с учетом меньшего диаметра отверстия. Этот угол, достаточный в начале резания, может оказаться малым, когда резец подойдет к концу растачиваемого отверстия. В результате между поверхностью отверстия и задней гранью резца возникнет трение, недопустимое для его работы.

Развертывание конических отверстий. Конические отверстия нормализованных размеров (внутренние конусы в переходных втулках, в насадных развертках, зенкерах и т. д.) следует обрабатывать развертками (рис. 157), комплект которых для определенного типа и размера обрабатываемого конического отверстия (например, конус Морзе № 4) состоит из 3 шт. Каждая из таких разверток имеет коническую часть, соответствующую размерам отверстия, для обработки которого она предназначена, и цилиндрический хвостовик, заканчивающийся квадратом. На конической части профрезерованы канавки, образующие зубья. У первой (обдирочной) развертки (рис. 157, а) число зубьев обычно невелико (в развертке для конуса Морзе № 4 имеется шесть зубьев). Они сделаны ступенчатыми с расположением ступеней по винтовой линии. Вторая развертка (рис. 157, б) имеет значительно большее число зубьев, чем первая, но также ступенчатых (для отделения снимаемой стружки на части). Третья (чистовая) развертка (рис. 157, в) имеет прямые ровные зубья; их делается несколько больше, чем во второй развертке.

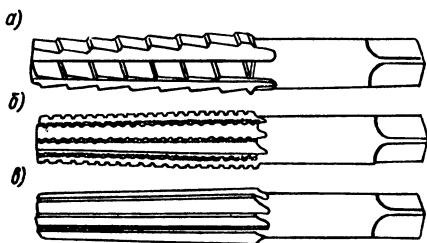


Рис. 157. Набор конических разверток

Сверление отверстия производится сверлом диаметром на 0,5—1,0 мм меньше меньшего диаметра первой развертки. Благодаря ступенчатой форме зубьев этой развертки и расположению их по винтовой линии развернутое отверстие получается ступенчатым. После прохода второй развертки ступени уменьшаются по величине, но количество их возрастает. Последняя (чистовая) развертка снимает ступени, и обрабатываемое отверстие получается с гладкими стенками. Комплект, предназначенный для обработки конических отверстий с малыми уклонами конуса, иногда состоит из двух разверток. Очень пологие конусы часто обрабатываются сразу чистой разверткой.

Установка развертки во время работы показана на рис. 158. Рабочий конец 3 развертки вводится в обрабатываемое отверстие детали 2, закрепленной в патроне 1, а правый поддерживается центром 5, вставленным в пиноль 6 задней бабки станка. На квад-

ратный конец развертки надет хомутик 4, конец которого опирается на верхнюю площадку суппорта. По мере перемещения развертки влево пиноль задней бабки подается также влево непрерывным вращением ее маховика. Если конец хомутика приближается к левой кромке площадки, следует переместить влево весь суппорт. При обработке стальных деталей развертывание конических отверстий надо производить с применением смазочно-охлаждающей жидкости — эмульсии, сульфифрезолоа или растительного масла в смеси с керосином и скипидаром.

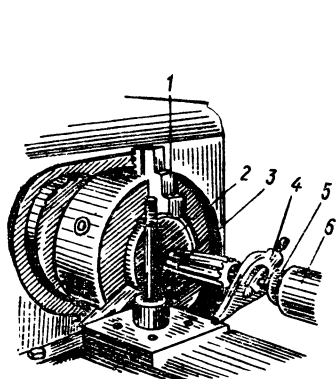


Рис. 158. Развертывание конического отверстия

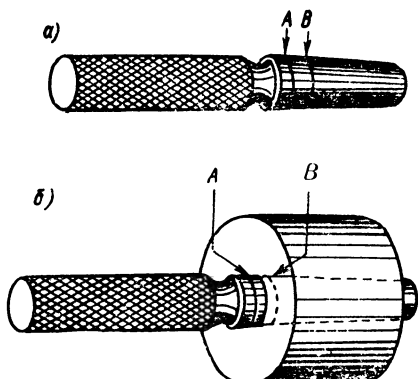


Рис. 159. Калибр-пробка (а) для проверки конических отверстий и его применение (б)

Проверка конических отверстий. Для проверки конических отверстий применяют калибры-пробки (рис. 159, а). При использовании такого калибра на боковой поверхности его можно наносить меловые или карандашные пометки. Если после того, как калибр введен в проверяемое отверстие и несколько раз повернут, пометки сотрутся по всей длине, — угол конуса отверстия правилен. Если они сотрутся только у меньшего диаметра калибра, это означает, что угол конуса велик. При слишком малом угле конуса меловые или карандашные линии окажутся стертыми только у большого диаметра калибра. Диаметры конического отверстия проверяются предельным калибром-пробкой. При правильно обработанном отверстии риска В, нанесенная при изготовлении на калибре-пробке, должна быть закрыта деталью, а риску А торец детали не должен закрывать (рис. 159, б). Если риска В на калибре не дойдет до торца детали, отверстие следует обработать дополнительно, а если риска А проходит в глубь детали, последняя является браком. Иногда вместо риска делается уступ на конце калибра-пробки. Два торца уступа соответствуют проходному и непроходному размерам, между которыми должен находиться торец правильно расточенного конусного отверстия.

Глава IV

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О РЕЗЬБАХ

Понятие о винтовой линии. Если (рис. 160, а) прямоугольный треугольник ABC , вырезанный из бумаги или из тонкой жести, сторона AB которого равна длине окружности πD основания цилиндра E , навернуть на цилиндр так, чтобы сторона AB совпала с основанием цилиндра, то сторона AC образует на боковой поверхности его линию, называемую *винтовой*.

Образование винтовой резьбы. Предположим, что плоская фигура, например треугольник abc (рис. 160, б), стороной ab касается

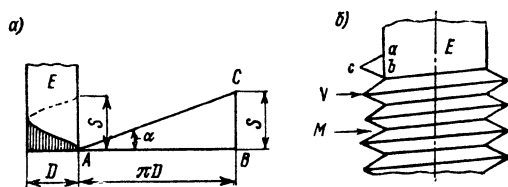


Рис. 160. Образование винтовой резьбы

образующей цилиндра E и расположен в плоскости, проходящей через его ось. Предположим далее, что этот треугольник перемещается, оставаясь в плоскости, проходящей через ось цилиндра E , причем вершина его скользит по винтовой линии, нанесенной на цилиндре. При перемещении треугольника на боковой поверхности цилиндра E получаются винтовой выступ N и винтовая канавка M , образующие наружную винтовую резьбу.

Если бы треугольник abc перемещался по винтовой линии, нанесенной на внутренней цилиндрической поверхности (на стенках отверстия), на этой поверхности была бы образована внутренняя винтовая резьба.

Винтовой выступ резьбы, получившийся после одного полного оборота образующей ее фигуры, называется *витком*.

Профиль резьбы. Винтовые резьбы, принятые на практике, образованы перемещением по боковой поверхности цилиндра не только

треугольника, но и других плоских фигур (трапеций, квадрата и т. д.), выбираемых в зависимости от условий, в которых работает резьба. В соответствии с этим основным признаком, характеризующим резьбу, является ее профиль.

Профилем резьбы называется сечение ее витка плоскостью, проходящей через ось цилиндра (т. е. диаметральной плоскостью), на котором образована резьба.

Элементы профиля резьбы. Элементами профиля резьбы являются его боковые стороны, угол, вершина и впадина.

Углом профиля называется угол между боковыми сторонами витка, измеренный в диаметральной плоскости.

Этот угол (рис. 161, а) обозначается буквой α .

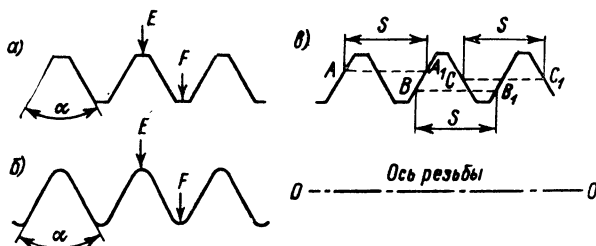


Рис. 161. Элементы профиля (а, б) и шаг резьбы (в)

Вершиной профиля называется линия, соединяющая боковые стороны его по верху витка (E, рис. 161, а, б).

Впадиной профиля называется линия, образующая дно винтовой канавки (F, рис. 161, а, б).

Очертания вершины и впадины могут быть плоскосрезанными (рис. 161, а) или закругленными (рис. 161, б).

Шаг резьбы. Следующим элементом, характеризующим резьбу, является ее шаг.

Шаг резьбы — это расстояние между двумя одноименными (т. е. правыми или левыми) точками двух соседних витков, измеренное параллельно оси резьбы.

На рис. 161, в такими точками являются точки A и A₁, точки B и B₁, точки C и C₁ и т. д. Расстояние между этими точками, измеренное параллельно линии OO (т. е. оси резьбы), и есть шаг резьбы, обозначаемый буквой S.

Почти у всех резьб, принятых в машиностроении, шаг измеряется в миллиметрах. Существуют, однако, также резьбы, у которых шаг выражается числом витков резьбы на 1 дюйм ее длины.

Кроме винтов, на токарном станке нарезаются червяки, имеющие модульный, или питчевый шаг.

Диаметры резьбы. Различают три диаметра резьбы: наружный, внутренний и средний.

Наружным диаметром резьбы d называется диаметр цилиндра, описанного около резьбовой поверхности.

Для болта наружный диаметр соответствует диаметру по вершинам профиля (рис. 162, а), измеренному перпендикулярно к оси резьбы, а для гайки — по впадинам профиля (рис. 162, б).

Внутренним диаметром резьбы d_1 называется диаметр цилиндра, вписанного в резьбовую поверхность.

Для болта внутренний диаметр соответствует диаметру по впадинам профиля (рис. 162, а), измеренному перпендикулярно к оси резьбы, а для гайки — по вершинам профиля (рис. 162, б).

Средним диаметром резьбы d_2 называется диаметр цилиндра, соосного с резьбой, образующие которого делятся боковыми сторонами профиля на равные отрезки.

На рис. 162, в этот цилиндр, имеющий общую ось с резьбой,

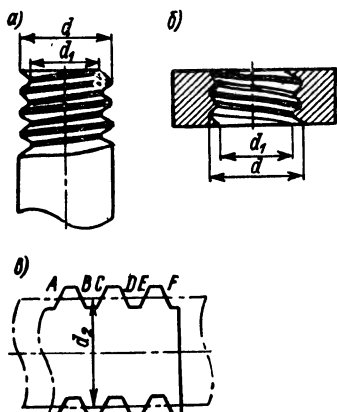


Рис. 162. Диаметры резьбы: наружный и внутренний (а, б) и средний (в)

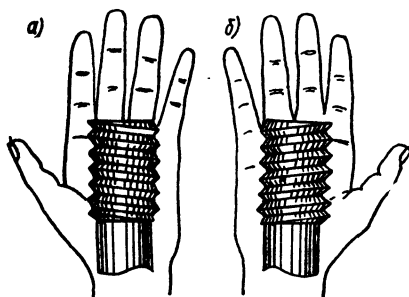


Рис. 163. Левая (а) и правая (б) резьбы

показан штрих-пунктирными линиями. На рисунке $AB = BC = CD$ и т. д., а поэтому d_2 — средний диаметр.

Угол подъема резьбы. При нарезании резьбы на токарном станке необходимо учитывать угол ее подъема.

Углом подъема называется угол, образованный направлением резьбового выступа резьбы с плоскостью, перпендикулярной к его оси.

Этот угол определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{S}{\pi d_2}, \quad (12)$$

где φ — угол подъема резьбы в град; S — шаг резьбы в мм; $\pi = 3,14$; d_2 — средний диаметр резьбы в мм.

Правая и левая резьбы. По направлению витка различают правые (рис. 163, б) и левые (рис. 163, а) резьбы.

Если подъем резьбы винта, положенного на ладонь правой руки, совпадает с направлением отогнутого большого пальца, эта резьба *правая*.

Совпадение подъема резьбы с направлением отогнутого большого пальца левой руки указывает, что данная резьба *левая*.

На винт с правой резьбой гайка наворачивается при вращении вправо (по часовой стрелке), на винт с левой резьбой — при вращении влево (против часовой стрелки).

Системы резьб. В машиностроении приняты следующие системы резьб, различающиеся прежде всего по профилю: треугольные (метрическая, дюймовая и трубная), трапецеидальные, прямоугольные, упорные и круглые.

Наиболее распространенными являются метрические резьбы с крупным (крепежная) и мелким шагом. У всех метрических резьб (рис. 164, а) угол профиля равен 60° . Шаг метрических резьб измеряется в миллиметрах. Между впадиной профиля резьбы болта и

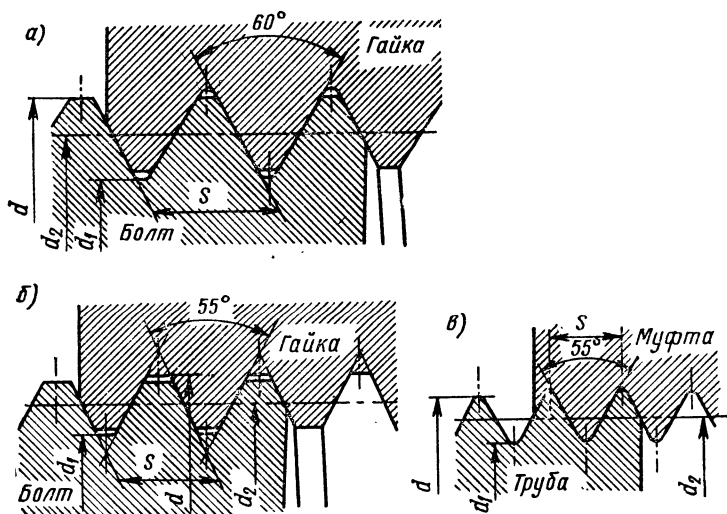


Рис. 164. Профили метрической (а), дюймовой (б) и трубной (в) резьб

вершиной профиля резьбы гайки всегда имеется зазор. Имеется зазор и между вершиной профиля резьбы болта и впадиной профиля резьбы гайки.

Метрической резьбой снабжаются детали (болты, гайки, винты, шпильки и т. д.), предназначенные для соединения частей машин. Этой резьбой пользуются также, как способом непосредственного соединения частей машин (посадка на резьбе различных рукояток, масленок и т. д.). Обозначается метрическая резьба буквой М и диаметром (например, М10, М36 и т. д.), если резьба имеет крупный шаг (крепежная, для нее шаг определяется по справочнику) и с добавлением шага резьбы (например, М10 × 1, М36 × 2 и т. д.), если обозначается резьба с мелким шагом.

Профиль дюймовой резьбы показан на рис. 164, б. Угол профиля этой резьбы равен 55° . Шаг дюймовой резьбы выражается числом витков на 1". Дюймовая резьба имеет зазоры по вершинам и впади-

нам. Дюймовую резьбу имеют детали некоторых импортных машин, станков и т. д., поэтому детали с такой резьбой изготавливаются главным образом при ремонте. Обозначается дюймовая резьба ее номинальным диаметром (например, $\frac{1}{2}$ ", 1" и т. д.).

Трубная резьба имеет угол профиля 55° , причем вершина и впадина профиля закруглены (рис. 164, в). Шаг трубной резьбы выражается числом витков на 1". Трубная резьба не имеет зазоров по вершинам и впадинам и обеспечивает водонепроницаемость. Этой резьбой снабжаются главным образом водо- и газопроводные трубы и различные детали (муфты, угольники и т. д.), применяемые для соединения этих труб. Обозначается трубная резьба ее номинальным диаметром, который соответствует диаметру отверстия трубы, с приставкой «Труб». Например, *Труб $\frac{1}{2}$ "*, *Труб 1"* и т. д.

Профиль трапецеидальной резьбы (рис. 165, а) — трапеция с углом, равным 30° . Профиль резьбы образован прямыми линиями,

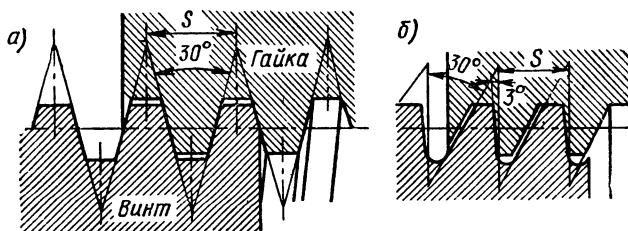


Рис. 165. Профили трапецеидальной (а) и упорной (б) резьб

с небольшими закруглениями углов у впадин и вершин. Шаг трапецеидальных резьб измеряется в миллиметрах. Трапецеидальные резьбы имеют зазоры. Существуют крупная, нормальная и мелкая трапецеидальные резьбы. Обозначается эта резьба указанием диаметра и шага, с приставкой «Трап». Например, *Трап 60 × 12*, *Трап 90 × (3 × 12)* и т. д. Во втором случае — резьба трехзаходная. Трапецеидальную резьбу применяют на винтах, используемых для преобразования вращательного движения одной детали (например, ходового винта токарного станка) в поступательное движение другой (суппорта).

Профиль прямоугольной резьбы — в большинстве случаев квадрат со сторонами, равными половине шага; шаг этой резьбы измеряется в миллиметрах или выражается числом витков на 1". Эта резьба не имеет зазоров.

Прямоугольная резьба применяется так же, как трапецеидальная, на различных винтах, передающих движение. Она не стандартизована и встречается редко, так как почти полностью вытеснена трапецеидальной.

Профиль упорной резьбы показан на рис. 165, б. Соприкосновение винта и гайки в этом случае происходит между сторонами, воспринимающими нагрузку, а также между вершинами витков винта

и впадин гайки. По остальным участкам профиля имеется зазор. Упорная резьба делается на муфтах трубопроводов, соединяющих компрессоры с резервуарами со сжатым под сильным давлением воздухом, а также на винтах гидравлических прессов, домкратов и т. п. Пример обозначения: *Уп. 80 × 16* и т. д.

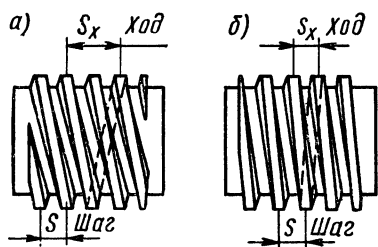


Рис. 166. Двухзаходная (а) и однозаходная (б) резьбы

Многозаходные резьбы. В многозаходной резьбе различают ход S_x и шаг S .

Ходом многозаходной резьбы называется расстояние между одноименными точками одного и того же витка, измеренное параллельно оси резьбы, или то расстояние, на которое переместится по оси болт или гайка за один оборот.

Различие между ходом и шагом этой резьбы отчетливо видно на рис. 166, а, на котором показана двухзаходная трапецеидальная резьба.

Ход многозаходной резьбы равен шагу, умноженному на число ходов.

Очевидно, что ход и шаг однозаходной резьбы (рис. 166, б) одинаковы. Число ходов многозаходной резьбы как у винта, так и у гайки определяется посредством подсчета концов витков на торце винта или гайки.

2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ДОПУСКАХ НА РЕЗЬБЫ

Соединение винта и гайки в зависимости от точности их резьб. Все резьбы, принятые в машиностроении, за исключением трубных, имеют зазоры по вершинам и впадинам, и при правильном исполнении резьбового соединения винт и гайка соприкасаются только боковыми сторонами (рис. 167, а)¹. Для полного соприкосновения боковых сторон профиля всех витков резьбы, участвующих в данном соединении, главное значение имеет точное выполнение (в некоторых пределах) размеров среднего диаметра резьбы винта и гайки, шага этой резьбы и угла ее профиля. Точность наружного и внутреннего диаметров винта и гайки имеет меньшее значение, поскольку соприкосновения поверхностей резьбы по этим диаметрам не происходит.

При слишком большом зазоре по среднему диаметру соприкосновение витков резьбы происходит лишь по одной стороне (рис. 167, б). При слишком малом зазоре по среднему диаметру для свинчивания

¹ На рис. 167, а, б, в, д, ж зазор между вершиной профиля резьбы винта и впадиной гайки не показан. В действительности он получается за счет заданных отклонений.

резбовых деталей, у одной из которых шаг резьбы неправилен, необходимо, чтобы витки одной из деталей врезались в витки другой. Например, если шаг винта получился больше должного или, как говорят, «растянутым», то для соединения такого винта с гайкой с правильной резьбой витки гайки должны врезаться в витки винта (рис. 167, в). Это, очевидно, невозможно, и свинчиваемость данных деталей может быть достигнута лишь уменьшением среднего диаметра винта (рис. 167, г) или увеличением среднего диаметра

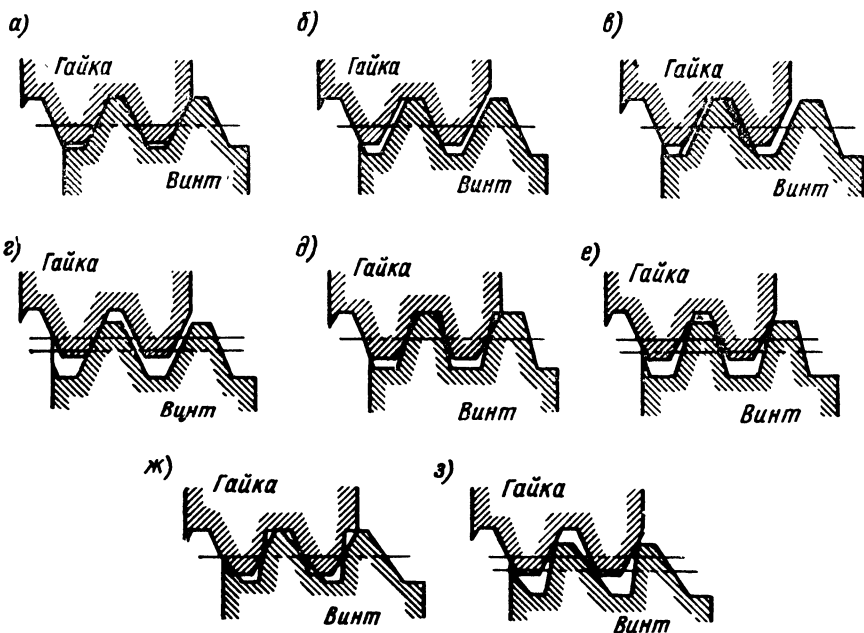


Рис. 167. Соединения винта и гайки в зависимости от точности их изготовления

гайки. При этом может случиться так, что только один крайний виток гайки будет касаться соответствующего витка винта и не по всей боковой поверхности его.

Таким же способом можно обеспечить свинчиваемость резьбы деталей, если угол профиля одной из них или положение этого профиля неправильно. Например, если угол профиля винта меньше должного, что исключает возможность свинчиваемости винта с правильной гайкой (рис. 167, д), то при уменьшении среднего диаметра этого винта данные детали могут быть свинчены (рис. 167, е). В этом случае соприкосновение резьбы винта и гайки происходит только по верхним участкам боковой стороны профиля резьбы винта и по нижним участкам профиля резьбы гайки.

Путем уменьшения среднего диаметра винта с неправильным расположением профиля (рис. 167, ж) также можно получить свинчиваемость данного винта с гайкой, однако и в этом случае поверх-

ность соприкосновения резьб винта и гайки может получиться недостаточной для качественного резьбового соединения (рис. 167, в).

Построение допусков резьб. Затруднения, связанные с проверкой нарезаемой резьбы, возникают главным образом при измерении ее шага и профиля. Действительно, если все три диаметра наружной резьбы могут быть проверены с достаточной в большинстве случаев практики точностью посредством микрометров, то для соответственной (по точности) проверки шага и угла профиля резьбы необходимы более сложные измерительные инструменты и даже приборы. Поэтому при изготовлении резьбовых деталей задаются допуски только на диаметры резьбы; допустимые ошибки в шаге и профиле учитываются в допуске на средний диаметр, потому что, как это было показано выше, ошибки в шаге и профиле всегда можно устранить изменением среднего диаметра одной из резьбовых деталей.

Допуск на средний диаметр устанавливается таким, чтобы при небольших ошибках в шаге или угле профиля винт и гайка свинчивались без ущерба для прочности резьбового соединения.

Допуски на наружный и внутренний диаметры винта и гайки назначаются такими, чтобы между вершиной профиля резьбы винта и соответствующей впадиной резьбы гайки получался зазор.

Числовые значения этих допусков приняты большими, превышающими примерно в два раза допуски на средний диаметр.

Допуски метрических и дюймовых резьб. Для метрических резьб с крупными и мелкими шагами для диаметров от 1 до 600 мм по ГОСТ 9253—59 установлены три класса точности: первый (*кл. 1*), второй (*кл. 2*) и третий (*кл. 3*), а для резьб с мелкими шагами также класс 2а (*кл. 2а*). Эти обозначения указывались на выпущенных ранее чертежах. В новом ГОСТ 16093—70 классы точности заменены на качества точности, которым присвоены обозначения: *h*, *g*, *e* и *d* для болтов и *H* и *G* для гаек.

Для дюймовой, а также трубной резьб, установлено два класса точности — второй (*кл. 2*) и третий (*кл. 3*).

Допуски трапецидальных резьб. Для трапецидальных резьб установлены три класса точности, обозначаемые: *кл. 1*, *кл. 2*, *кл. 3*, *кл. 3X*.

3. НАСТРОЙКА СТАНКА ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ РЕЗЬБЫ

Общие правила настройки станка для нарезания резьбы. Для нарезания резьбы на токарном станке необходимо, чтобы в то время, когда нарезаемая деталь делает полный оборот, резец перемещался на величину шага (хода) однозаходной и хода многозаходной нарезаемой резьбы.

После нескольких проходов резца, углубляемого перед каждым проходом в металл детали, на поверхности последней получают винтовую канавку и винтовой выступ, образующие резьбу.

Указанное выше согласование скоростей перемещения резца и вращения детали достигаются на современных станках соответ-

ствующей установкой рукояток коробки подач, а на старых станках путем соединения шпинделя и ходового винта набором сменных зубчатых колес. Встречаются станки, у которых коробка подач не обеспечивает возможности нарезания некоторых резьб. На таких станках при нарезании резьб, кроме коробки подач, используются и сменные колеса.

Настройка для нарезания резьбы станка со сменными зубчатыми колесами. К таким станкам прилагаются наборы сменных зубчатых колес.

Набор может состоять из колес с числом зубьев, кратным 5, а именно: 20; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 110; 120. Иногда в набор входят только колеса с четным числом зубьев (кратным 2), а именно: 20; 20; 24; 28; 32; 36; 40; 44; 48; 52; 56; 60; 64; 68; 72; 76; 80.

К каждому из этих наборов прилагается колесо, имеющее 127 зубьев, так как число 127 входит в передаточное отношение сменных колес, если шаг нарезаемой резьбы выражен в дюймах.

Определение передаточного отношения сменных колес при нарезании резьбы на станках, не имеющих коробки подач, а также на станках с коробками подач, которые для получения резьб высокой точности отключаются, производится по следующему правилу.

Передаточное отношение сменных зубчатых колес, устанавливаемых на станок при нарезании резьбы, равно шагу резьбы нарезаемого винта, деленному на шаг резьбы ходового винта станка, на котором нарезается резьба.

Правило это выражается формулой

$$i = \frac{S_n}{S_x}, \quad (13)$$

где i — передаточное отношение сменных зубчатых колес; S_n — шаг нарезаемой резьбы; S_x — шаг ходового винта станка.

Формула (13) справедлива лишь для случая, когда передаточное отношение колес, соединяющих шпиндель с первым сменным зубчатым колесом, равно единице.

Шаги резьб нарезаемой и ходового винта, подставляемые в формулу (13), должны быть выражены в одинаковых мерах. Если шаг резьбы выражен в дюймах, его необходимо перевести в миллиметры, умножив на 25,4.

Если шаг нарезаемой резьбы выражен числом витков на 1", то для определения величины этого шага в дюймах следует разделить 1" на число витков данной резьбы, приходящихся на 1".

Пример 1. Требуется нарезать винт с шагом резьбы 5 мм на токарном станке, шаг ходового винта которого равен 10 мм. Найти передаточное отношение сменных колес, необходимых для нарезания этой резьбы.

По формуле (13) находим

$$i = \frac{S_n}{S_x} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}.$$

Пример 2. Определить передаточное отношение сменных колес при нарезании резьбы с шагом $\frac{1}{8}$ " на станке, ходовой винт которого имеет резьбу с шагом 5 мм. Так как

$$S_n = \frac{1}{8} = \frac{25,4}{8} = \frac{12,7}{4} = \frac{127}{40} \text{ мм},$$

то по формуле (13) находим

$$i = \frac{S_n}{S_x} = \frac{127}{40 \cdot 5} = \frac{127}{200}.$$

После того как передаточное отношение сменных колес, необходимых для нарезания данной резьбы, определено, необходимо выбрать числа их зубьев, руководствуясь следующим правилом.

Для определения чисел зубьев сменных колес, необходимых для нарезания данной резьбы, следует числитель и знаменатель дроби, выражающей передаточное отношение этих колес умножить на одно и то же число. Это число надо брать таким, чтобы числитель и знаменатель дроби, получившейся в результате только что указанного умножения, были равны числам зубьев сменных колес, имеющих при станке.

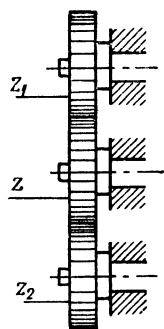


Рис. 168. Установка одной пары сменных колес

Пример 3. При определении передаточного отношения сменных колес (см. пример 1) найдено, что $i = \frac{1}{2}$. Какие сменные колеса следует установить на станке?

Умножая числитель и знаменатель дроби, выражающей передаточное отношение сменных колес (рис. 168), например на 20, получаем $\frac{1 \cdot 20}{2 \cdot 20} = \frac{20}{40}$.

Числитель дроби указывает, что число зубьев колеса z_1 должно быть равно 20, а знаменатель, что число зубьев колеса z_2 должно быть равно 40.

Колесо z_1 ведущее и устанавливается на пальце трензеля (реверса подачи), а колесо z_2 ведомое и закрепляется на ходовом винте станка. Между ними на пальце гитары располагается паразитное зубчатое колесо z .

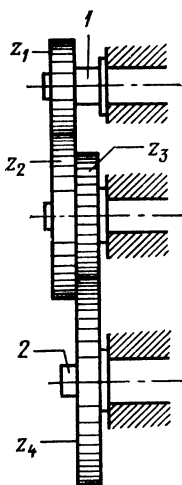


Рис. 169. Установка двух пар сменных колес

В случаях, когда после умножения числителя и знаменателя дроби, выражающей передаточное отношение, на любое число не удается подобрать одной пары колес из набора, приходится устанавливать две пары (рис. 169). Для определения передаточного отношения каждой пары разлагают дробь, выражающую требуемое передаточное отношение, на две дроби. При этом может случиться, что второе ведущее колесо z_3 будет невозможно

установить на станке, так как этому будет мешать палец 1 трензеля. Может случиться и так, что установке первого ведомого колеса z_2 будет мешать конец ходового винта 2.

Необходимо, чтобы сумма зубьев первой пары зубчатых колес была больше числа зубьев ведущего колеса второй пары, увеличенного на 15, а сумма зубьев второй пары колес была больше числа зубьев ведомого колеса первой пары, также увеличенного на 15. Это правило можно записать так:

$$z_1 + z_2 \geq z_3 + 15; \quad (14)$$

$$z_3 + z_4 \geq z_2 + 15. \quad (15)$$

Если выбранные колеса этому правилу не удовлетворяют, необходимо заменить их другими. Иногда оказывается достаточным поменять местами ведущие или ведомые колеса.

Пример 4. Для нарезания винта с шагом 1,5 мм на станке, ходовой винт которого имеет шаг 12 мм, выбраны колеса $\frac{45 \cdot 30}{120 \cdot 90}$. Возможна ли установка их на станке?

В данном случае $z_1 = 45$, $z_2 = 120$, $z_3 = 30$, $z_4 = 90$.

Проверка этого набора по приведенному правилу [см. формулы (14) и (15)] показывает, что $z_1 + z_2 = 45 + 120 = 165$ больше, чем $z_3 + 15 = 30 + 15 = 45$; $z_3 + z_4 = 30 + 90 = 120$ меньше, чем $z_2 + 15 = 120 + 15 = 135$.

Установить на станке эти пары колес нельзя.

Если мы поменяем местами ведомые колеса, то получим другой набор: $\frac{45 \cdot 30}{90 \cdot 120}$.

В этом случае $z_1 = 45$, $z_2 = 90$, $z_3 = 30$, $z_4 = 120$. По формулам (14) и (15) получаем, что $z_1 + z_2 = 45 + 90 = 135$ больше, чем $z_3 + 15 = 30 + 15 = 45$; $z_3 + z_4 = 30 + 120 = 150$ больше, чем $z_2 + 15 = 90 + 15 = 105$.

Данные зубчатые колеса установить на станок можно.

Чтобы проверить правильность подсчетов, сделанных при выборе сменных колес, следует шаг ходового винта станка умножить на дробь, числителем которой является произведение чисел зубьев ведущих колес, а знаменателем — произведение чисел ведомых. В результате умножения должен получиться шаг нарезаемой резьбы.

Пример 5. Для нарезания резьбы с шагом 1,5 мм на станке, ходовой винт которого имеет шаг 12 мм, выбраны колеса $\frac{45 \cdot 30}{90 \cdot 120}$. Правильно ли сделан их подсчет?

По приведенному выше правилу имеем $12 \cdot \frac{45 \cdot 30}{90 \cdot 120} = 1,5$.

Подсчет сменных зубчатых колес сделан правильно.

Настройка для нарезания резьбы станка с коробкой подач и сменными зубчатыми колесами. Передаточное отношение сменных колес для нарезания резьбы с шагом, значение которого отсутствует в таблице станка, находится по формуле

$$i_{\text{см}} = \frac{S_{\text{н}}}{S_{\text{т}}} i_{\text{т}}, \quad (16)$$

где $i_{\text{см}}$ — искомое передаточное отношение; $S_{\text{н}}$ — шаг резьбы, которую требуется нарезать; $S_{\text{т}}$ — шаг, выбранный по таблице (шаг резьбы, которая может быть нарезана при данном положении

рукоятки коробки подач); i_T — табличное передаточное отношение (передаточное отношение сменных колес, устанавливаемых на гитаре для выбранного по таблице шага).

Пример 6. Подобрать сменные колеса, дополняющие коробку подач токарного станка модели 1К62, для нарезания метрической резьбы с шагом $S_H = 0,75$ мм.

По таблице на станке модели 1К62 можно нарезать резьбы с шагами: 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12 мм.

Табличное передаточное отношение сменных колес для метрической резьбы $i_T = \frac{42}{50}$. Выбираем по таблице одно из значений шага (желательно кратное S_H), например $S_T = 1,5$ мм.

Искомое передаточное отношение находим по формуле (16)

$$i_{cm} = \frac{S_H}{S_T} i_T = \frac{0,75}{1,5} \frac{42}{50} = \frac{1}{2} \frac{42}{50} = \frac{50}{100} \frac{42}{50} = \frac{42}{100}.$$

Следовательно, для нарезания резьбы с шагом 0,75 мм берем сменные колеса $\frac{42}{100}$, а рукоятки коробки подач устанавливаем для шага $S_T = 1,5$ мм.

Если полученное i_{cm} не может быть осуществлено на данном станке, надо взять другое значение S_T .

4. НАРЕЗАНИЕ ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ РЕЗЦАМИ

Подготовка детали для нарезания резьбы. Подготавливая деталь для нарезания наружной резьбы резцом, следует чисто обточить нарезаемый участок. Диаметр участка должен быть несколько меньше наружного диаметра резьбы.

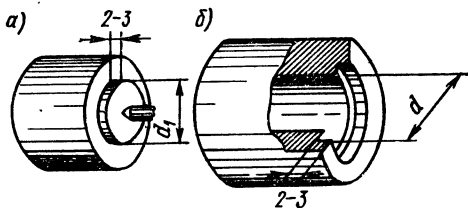


Рис. 170. Уступ и выточка для точной установки резца

Так, при диаметре основной метрической резьбы до 30 мм диаметр резьбового участка должен быть меньше наружного диаметра нарезаемой резьбы на 0,14—0,28 мм. Если диаметр резьбы лежит в пределах 33—48 мм, диаметр

заготовки должен быть меньше наружного диаметра резьбы на 0,17—0,34 мм. При диаметре резьбы 52—80 мм диаметр нарезаемого участка должен быть меньше наружного диаметра нарезаемой резьбы на 0,20—0,40 мм.

Таким образом, диаметр заготовки для нарезания резьбы диаметром 52 мм должен быть не больше $52 - 0,20 = 51,80$ мм и не меньше $52 - 0,40 = 51,60$ мм.

Уменьшение диаметра заготовки под резьбу вызывается тем, что вследствие деформации материала в процессе нарезания резьбы винтовые выступы несколько поднимаются и наружный диаметр резьбы увеличивается.

Для более удобного и точного измерения внутреннего диаметра резьбы на конце нарезаемой детали следует делать уступ (рис. 170, а)

длиной 2—3 мм, диаметром d_1 , равным внутреннему диаметру резьбы. При последнем проходе резца вершину его подводят к боковой поверхности заточки и получают правильный внутренний диаметр резьбы. По окончании нарезания резьбы эту заточку срезают.

Для выхода резца в конце нарезанной части детали прорезается канавка (рис. 171, а и б). Диаметр канавки «по дну» должен быть немного меньше (на 0,2—0,3 мм) внутреннего диаметра, а длина несколько больше шага резьбы.

При нарезании резьбы на болтах, шпильках и некоторых других деталях канавок не делают, а в конце каждого прохода резца быстро отводят его назад, получая при этом «сбег» резьбы (рис. 171, в).

Подготовка отверстия под нарезание резьбы резцом в сплошном материале производится сверлением, если к точности резьбы не предъявляются высоких требований, и сверлением с последующим растачиванием при нарезании более точных резьб. Отверстия под резьбу, отлитые или прошитые, готовят для нарезания резьбы растачиванием. Диаметр подготовленного отверстия должен быть несколько больше внутреннего диаметра нарезаемой резьбы, так как и в этом случае происходит деформация металла витков резьбы. Высота витков при этом несколько увеличивается, вследствие чего внутренний диаметр отверстия несколько уменьшается.

Сталь, латунь и другие вязкие материалы деформируются больше, чем хрупкие материалы, например чугун, бронза. Поэтому сверла для подготовки отверстия под резец в стальных деталях должны быть больше (примерно на 0,1 мм), чем при чугунных деталях, что и отражено в таблицах диаметров сверл для обработки отверстий под нарезание резьбы, приводимых в различных справочниках.

Диаметр сверла под метрическую резьбу с точностью достаточной во многих случаях можно определять по формуле

$$d_p = d - S, \quad (17)$$

где d_p — диаметр сверла под резьбу в мм; d — наружный диаметр резьбы в мм; S — шаг резьбы в мм.

Пр и м е р. Подобрать сверло для сверления отверстия под резьбу М20, шаг которой равен 2 мм.

По формуле (17) находим

$$d_p = d - S = 20 - 2 = 18 \text{ мм.}$$

Если отверстие под резьбу готовится растачиванием, диаметр его с точностью для многих случаев практики можно определять по формуле (17), увеличивая полученный результат на 0,2—0,4 мм.

При подготовке отверстия сверлением с последующим растачиванием диаметр сверла следует брать таким, чтобы после сверления

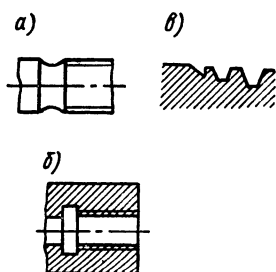


Рис. 171. Канавки (а, б) для выхода резьбового резца и сбег резьбы (в)

остался припуск, достаточный для растачивания. Величину припуска (глубина резания) можно находить по данным, приведенным на стр. 173.

Перед нарезанием резьбы в отверстии надо сделать выточку на торце детали (см. рис. 170, б) диаметром d , равным наружному диаметру резьбы. Порядок использования этой выточки такой же, как и уступа при нарезании наружной резьбы. При нарезании резьб в несквозных отверстиях в конце нарезаемых участков следует растачивать канавку длиной несколько более шага и диаметром на 0,2—0,3 мм больше наружного диаметра резьбы (рис. 171, б). Во избежание врезания резца в поверхность, следующую за нарезанным отверстием, или в дно его на стержне резца необходимо нанести

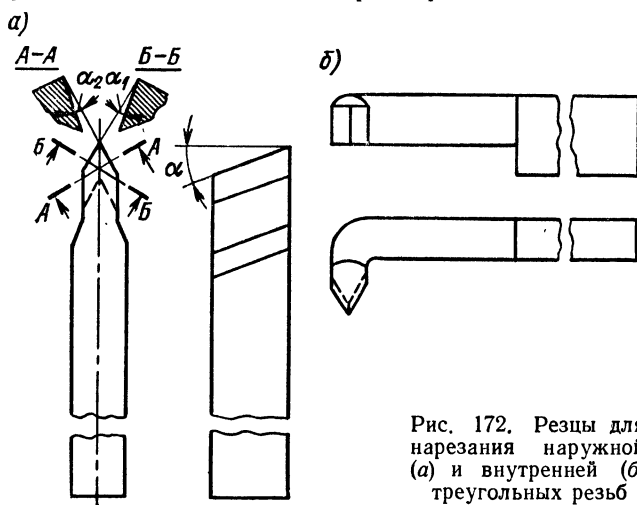


Рис. 172. Резцы для нарезания наружной (а) и внутренней (б) треугольных резьб

пометку мелом, как это делается при подрезании внутренних уступов (см. рис. 135), и выключить продольную подачу, как только пометка подойдет к торцу детали.

Резцы для нарезания треугольной резьбы. Резцы для нарезания наружной и внутренней треугольных резьб показаны на рис. 172. Угол профиля резца для нарезания метрической резьбы должен быть равен 60° , а для дюймовой резьбы — 55° . Вершина резца делается с плоским срезом или закругленной в соответствии с формой впадины нарезаемой резьбы. Так как величина среза или радиус закругления впадины выбираются в зависимости от шага резьбы, каждый такой резец пригоден для нарезания резьбы только определенного шага.

Угол профиля резьбового резца имеет очень важное значение, так как при уменьшении или увеличении его нарезаемая резьба получается с неправильным профилем. Профиль резца при его заточке проверяется шаблоном (рис. 173), причем по выемке А производится контроль только угла профиля, а по одной из выемок В

или C , соответствующей шагу резьбы нарезаемой данным резцом, весь профиль резца, включая и срез его вершины. Именно этот срез образует дно впадины резьбы. Острый угол α рассматриваемого шаблона используется для проверки угла профиля резьбы. Выемки B используются для контроля резцов из быстрорежущей стали, а выемки C — для контроля твердосплавных резцов в тех случаях, когда угол профиля их отличается от угла профиля резьбы (см. стр. 273).

На рис. 173 показан шаблон для метрических резьб. Подобные шаблоны существуют и для дюймовых резьб.

Задний угол α у резьбовых резцов для нарезания наружной резьбы делается в пределах $12\text{--}15^\circ$. У резцов, применяемых для нарезания внутренней резьбы небольших диаметров (до 50 мм), этот угол увеличивается до 18° . Боковые задние углы α_1 и α_2 резцов (рис. 172), используемые для нарезания резьбы с углом подъема до 4° , делаются обычно одинаковыми ($3\text{--}5^\circ$). При нарезании резьбы с большими углами подъема, превышающими 4° , боковой угол α_1 резьбового резца следует увеличивать до $6\text{--}8^\circ$.

Передний угол чистовых резьбовых резцов делается равным 0° , так что угол резания при работе их равен 90° . Для облегчения отделения стружки передние углы черновых резьбовых резцов делаются большими

0° и выбираются в зависимости от материала нарезаемой детали. Например, у резцов, предназначенных для нарезания резьбы на деталях из стали средней твердости, передний угол делают $5\text{--}10^\circ$.

Резьбовые резцы изготавливаются с пластинками из быстрорежущей стали или из твердых сплавов. При нарезании резьбы на стальных деталях применяются твердосплавные резцы с пластинками из сплавов марок Т15К6 и Т14К8 для предварительного нарезания и марки Т30К4 (или Т15К6) для окончательного, а на чугунных деталях — марок ВК6М, ВК3М, ВК2 или ВК4. Конструкции и использование некоторых твердосплавных резьбовых резцов рассматриваются ниже, в гл. II третьей части.

Шероховатость поверхности резьбы, нарезаемой резцом, в значительной степени зависит от того, насколько тщательно и остро заточен резец. Режущие кромки резца должны быть без зазубрин, что достигается доводкой резца.

Установка резьбовых резцов на станке. Резьбовой резец должен быть установлен так, чтобы ось профиля его была перпендикулярна к оси нарезаемой резьбы. При несоблюдении данного правила резьба получается с профилем, «сваленным» на одну сторону. Во избежание этого положение резца следует тщательно проверять, используя шаблон, применяющийся при проверке профиля резца. Установка резьбового резца для нарезания наружной резьбы при помощи такого

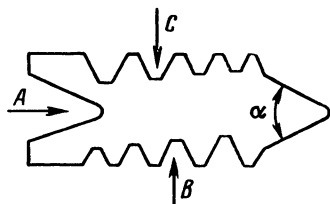


Рис. 173. Шаблон для проверки заточки и установки резьбового резца

шаблона показана на рис. 174, *а*, а при нарезании внутренней резьбы — на рис. 174, *б*. Вершина резьбового резца должна быть расположена точно на высоте линии центров станка, так как в противном случае профиль нарезаемой резьбы получится искаженным.

Если до окончания нарезания резьбы резец снят для заточки, установку его после заточки следует осуществлять так, чтобы он попал в уже прорезанную винтовую канавку. Это легко достигается

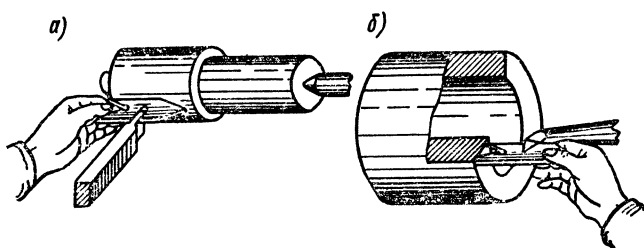


Рис. 174. Проверка установки резьбового резца

перемещением верхних салазок суппорта. Другой способ состоит в том, что, установив трензель в среднее положение, разъединяют ходовой винт и шпиндель; это позволяет повернуть деталь настолько, чтобы резец оказался против винтовой канавки.

Поперечное перемещение резца при нарезании резьбы. Если шаг нарезаемой резьбы не превышает 2 мм, углубление резца при каждом новом черновом проходе осуществляется поперечной подачей

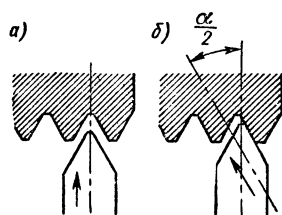


Рис. 175. Способы образования винтовой канавки резьбы

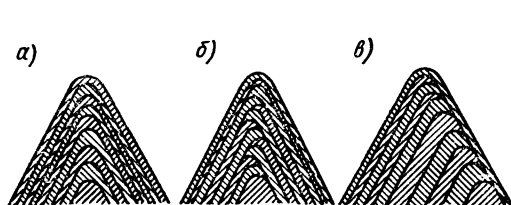


Рис. 176. Схемы образования винтовой канавки резьбы

(рис. 175, *а*). Последовательность образования винтовой канавки, получающейся при такой подаче резца, показана на рис. 176, *а*.

Следует отметить, что стружки, снимаемые одновременно обеими режущими кромками резца, сталкиваются, вследствие чего резец рвет поверхности профиля резьбы. Во избежание этого при каждом новом проходе резца его немного смещают поочередно вправо и влево продольной подачей верхних салазок. Резец работает при этом

только одной режущей кромкой. Порядок образования канавки при таком способе углубления резьбового резца показан на рис. 176, б. Углубление резца при последнем проходе осуществляется только поперечной подачей.

Если шаг нарезаемой резьбы больше 2 мм, углубление его (рис. 175, б) производится перемещением верхних салазок суппорта, установленных под углом 30° к оси станка, если нарезается метрическая резьба, и под углом $27^\circ 30'$ при дюймовой резьбе. Резец работает только левой режущей кромкой (рис. 176, в). При последнем проходе углубление резца осуществляется поперечной подачей его (перемещением поперечных салазок суппорта).

При нарезании наружной резьбы с шагом до 2 мм включительно число черновых проходов должно быть 3—6, а чистовых — 3.

При шаге резьбы 2—6 мм число черновых проходов должно быть 6—9, а чистовых — 3—4. Меньшее число проходов относится к резцам с меньшим шагом, а большее — к резцам с большим шагом. При нарезании внутренних резьб число проходов должно быть примерно в 1,5—2 раза больше указанных выше.

Попадание резцов в винтовую канавку при новых проходах. После каждого прохода резца суппорт приходится возвращать в исходное положение. При нарезании резьбы небольшой длины возврат суппорта осуществляется при обратном ходе станка, без выключения разъемной гайки. Если же нарезается длинный винт, возврат суппорта таким способом требует много времени. Поэтому в таких случаях перемещают суппорт в начальное положение вручную, выключая разъемную гайку станка.

При включении этой гайки для следующего прохода резца необходимо знать, является ли нарезаемая резьба «четной» или «нечетной».

Четной называется резьба, если ее шаг делится без остатка на шаг резьбы ходового винта, или наоборот, шаг резьбы ходового винта делится без остатка на шаг нарезаемой резьбы.

Нечетной называется резьба, если деление получается с остатком.

При нарезании четной резьбы разъемную гайку можно включать в любой момент. Резец при этом всегда точно попадает в ранее нарезанную винтовую канавку. При нарезании нечетной резьбы можно включать разъемную гайку только при определенном положении ходового винта относительно нарезаемого; в противном случае резец не попадет в винтовую канавку и резьба окажется перерезанной. Для предотвращения этого поступают так: устанавливают суппорт в то положение, при котором должно быть начато нарезание резьбы, отмечают это положение (например, мелом на суппорте и такой же чертой против нее на станине станка) и пускают станок в ход. После первого прохода, не выключая разъемной гайки, отводят резец от детали (поперечной подачей) и останавливают станок. Затем делают пометки 4 и 3 мелом (рис. 177) на ходовом винте и его

подшипнике, а также 2 и 1 на шпинделе и подшипнике передней бабки. Возвратив суппорт в исходное положение вручную, включают разъемную гайку в тот момент, когда все пометки займут первоначальное положение.

Особенности нарезания левой резьбы. При нарезании левой резьбы необходимо, чтобы при обычном направлении вращения шпинделя суппорт перемещался (при рабочем проходе резца) от передней бабки к задней. Это достигается соответствующей установкой реверса подачи (трэнзеля). Нарезание резьбы ведется «на выход» от левого конца детали, для

чего используется канавка на детали (см. рис. 171, а).

Нарезание внутренней левой резьбы следует производить при левом (обратном) вращении шпинделя, сообщая резцу подачу в направлении от задней бабки к передней. При таком способе токарь может наблюдать заход резца в материал и осуществлять предварительные измерения резьбы.

Скорости резания при нарезании резьбы. Скорости резания быстрорежущими резцами (марки Р18) при черновом нарезании наружной резьбы с шагом от 2,5 до 6 мм на проход на деталях из стали средней твердости принимаются в пределах 35—20 м/мин, а на деталях из чугуна средней твердости — 15—10 м/мин. При чистовом нарезании резьбы скорость резания при указанных

условиях должна быть примерно в два раза больше. В том и другом случаях чем больше шаг нарезаемой резьбы, тем меньше должна быть скорость резания. При отделочных проходах, которыми обычно заканчивается нарезание резьбы, скорость резания должна быть около 4 м/мин. При нарезании треугольных резьб с шагом от 2 до 6 мм на деталях из стали средней твердости твердосплавными резцами с пластинками Т15К6 скорость резания выбирается в пределах 100—150 м/мин.

При нарезании внутренних резьб скорости резания можно принимать по указанным выше данным, умножая их значения на 0,8.

Нарезание резьбы на высоких скоростях. Нарезание резьбы твердосплавными резцами на высоких скоростях резания не позволяет токарю уследить за своевременным выводом резца из канавок (см. рис. 171) при нарезании как наружных, так, тем более, и внутренних резьб. Поэтому в таких случаях резьбу нарезают «на выход» с перемещением суппорта от передней бабки к задней при левом

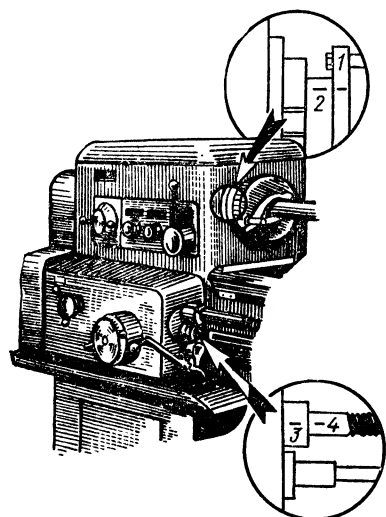


Рис. 177. Пометки на ходовом винте и шпинделе станка при нарезании нечетной резьбы

вращении шпинделя. Для нарезания внутренних резьб используется левый резьбовой резец.

Охлаждение при нарезании резьбы. Охлаждение при нарезании резьбы быстрорежущими резцами имеет исключительно большое значение, так как не только дает возможность повышать скорость резания, но и способствует получению чистой поверхности резьбы. Лучшей смазочно-охлаждающей жидкостью при нарезании резьбы на стальных деталях является смесь растительных масел с керосином или скипидаром. Почти равноценные результаты дает сульфорезол. Эмульсия, применяемая при этой работе, позволяет повышать скорости резания, но меньше способствует получению чистой поверхности резьбы, чем масло. Резьба на чугунных деталях нарезается в большинстве случаев всухую, а при очень твердом чугуне с охлаждением керосином.

Проверка и измерение треугольной резьбы. Треугольная резьба (как и другие) может

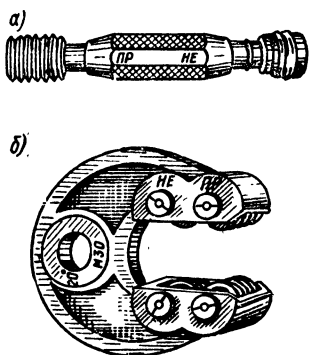


Рис. 178. Предельные резьбовые калибры

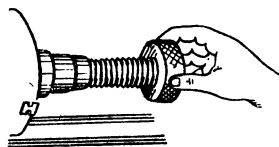


Рис. 179. Контроль наружной резьбы резьбовым кольцом

контролироваться комплексно (контролируются все элементы резьбы, кроме наружного диаметра болта и внутреннего диаметра гайки) и по отдельным элементам. Комплексный контроль производится с помощью предельных калибров.

Предельные резьбовые калибры — пробка и скоба — приведены на рис. 178. На рис. 179 показан контроль наружной резьбы проходным резьбовым кольцом.

Проходные концы (ПР) резьбовых калибров, а также проходное резьбовое кольцо имеют длинную резьбу полного профиля. Проходные калибры должны полностью ввинчиваться в резьбовое отверстие, навинчиваться или проходить через резьбовой стержень.

Непроходные концы (НЕ), а также непроходное кольцо имеют всего два-три витка резьбы срезанного профиля. Эти калибры не должны свинчиваться с контролируемой деталью (скоба не должна проходить через резьбовой стержень). Со стороны непроходного конца калибра-пробки имеется гладкий цилиндрический участок, предназначенный для контроля подготовленного под нарезание резьбы отверстия.

Преимущество резьбовых скоб по сравнению с кольцами состоит в том, что ими можно пользоваться при обработке детали в центрах, не снимая детали. Кроме того, измерение резьбы скобой производится значительно быстрее (в 8—10 раз), чем резьбовыми кольцами.

Контроль предельными калибрами не позволяет определить действительный размер того или иного элемента резьбы, а лишь устанавливает наличие или отсутствие недопустимых отклонений от установленных норм. В некоторых случаях необходимо установить действительные размеры тех или иных элементов. Рассмотрим, как ведутся такие измерения.

Определение шага наружной метрической резьбы и числа витков на 1" — дюймовой резьбы — производится в простейшем случае измерением расстояния между серединами вершин двух соседних витков. Применяемая при этом линейка должна быть расположена параллельно оси измеряемой резьбы.

Для большей уверенности в правильности измерения, в особенности при мелких шагах, следует измерять не расстояние между серединами вершин двух соседних витков, а расстояние между 5, 10, 20 витками и т. д. Разделив определенное по линейке расстояние между крайними витками на число их, уменьшенное на единицу, получим шаг измеряемой резьбы. Так, например, установив (рис. 180, а), что расстояние между вершинами 1 и 6-го витков резьбы есть 20 мм, находим шаг ее
$$S = \frac{20}{6-1} = \frac{20}{5} = 4 \text{ мм.}$$

На рис. 180, б показано определение числа витков дюймовой резьбы, приходящихся на определенную длину, например на 1" (25,4 мм). Число вершин витков, уложившихся в данной длине, уменьшенное на единицу, есть число витков, приходящихся на эту длину резьбы. На рис. 180, б против штриха линейки 1" находится вершина 7-го витка. Это значит, что измеряемая резьба имеет шесть витков на 1".

Значительно быстрее и с большей достоверностью определение шага резьбы производится при помощи резьбомера. Резьбомер (рис. 181) представляет собой набор резьбовых шаблонов с разным шагом или с разным числом зубьев на 1". Убедившись в том, что при наложении одного из этих шаблонов на измеряемую резьбу он всей своей рабочей частью совмещается с профилем резьбы, определяют по надписи на шаблоне шаг резьбы в мм, или число витков на 1".

Шаг или число витков на 1" внутренних резьб определяют также резьбомером. Если резьбомер не входит в нарезанное отверстие, шаг резьбы определяют по ее отпечатку. Для этого деревянную палочку квадратного сечения ввертывают в отверстие. На ребрах палочки при этом получают отпечатки вершины резьбы, по которым не трудно определить ее шаг или число витков на 1".

Профиль резьбы получается правильным, если были соблюдены все указанные выше правила заточки и установки резца. Угол профиля наружной резьбы может быть проверен, как это было отме-

чено выше, хотя и грубо, посредством шаблона (см. рис. 173). Для этого острый конец шаблона вкладывают в винтовую канавку резьбы и по просвету между кромками шаблона и боковыми сторонами витков получают представление о правильности профиля резьбы.

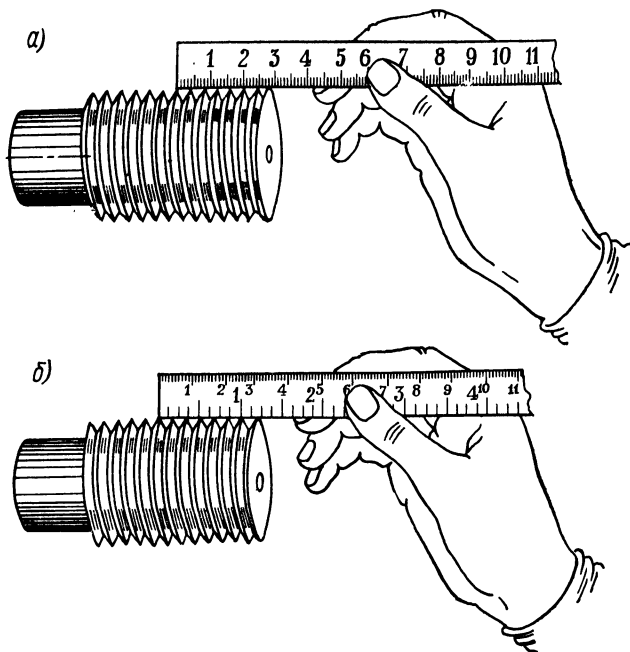


Рис. 180. Измерение шага резьбы линейкой

Угол профиля внутренних резьб и его положение относительно оси резьбы непосредственно не измеряются. Точность угла профиля, а также его положение по отношению к оси резьбы целиком зависят от правильности угла профиля резьбового резца и его установки на станке.

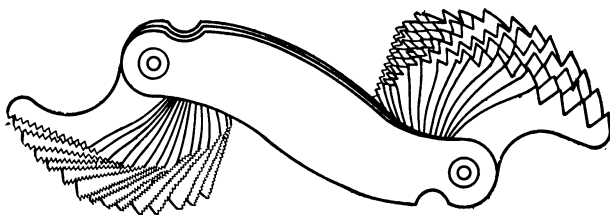


Рис. 181. Резьбомер

Только в особых случаях проверку профиля внутренней резьбы производят посредством снятия слепка с проверяемой резьбы. Для этого нарезанное отверстие заливают каким-либо легкоплавким

материалом. После остывания слепок вывертывают и проверяют профиль получившейся на нем резьбы.

Наружный диаметр наружных резьб измеряется кронциркулем с широкими губками или штангенциркулем.

Если при правильном положении кронциркуля или штангенциркуля (т. е. плоскости, перпендикулярной к оси резьбы) одна из ножек измерительного инструмента касается вершины витка, а другая попадает против винтовой канавки, то под эту ножку подкладывают пластинку. Величину толщины этой пластинки следует вычесть из показания измерительного инструмента.

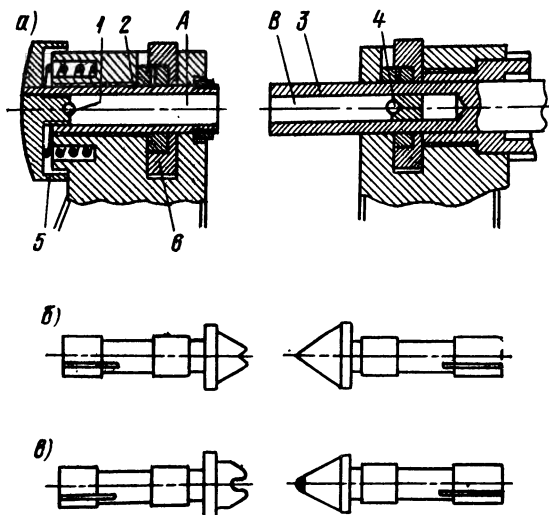


Рис. 182. Детали резьбового микрометра (а) и наконечники (б, в)

Измерять наружный диаметр внутренних резьб невозможно и обычно не требуется. Получение правильного наружного диаметра внутренних резьб обеспечивается установкой резьбового резца по выточке (см. рис. 170, б). Внутренний диаметр наружной резьбы не контролируется.

Измерение внутреннего диаметра внутренней резьбы производится штангенциркулем (если это возможно) или же предельным гладким калибром.

Средний диаметр наружной резьбы измеряется резьбовым микрометром, отличающимся от обыкновенного устройством рабочего конца шпинделя и пятки. Разрезы этих частей рассматриваемого микрометра показаны на рис. 182, а. Шпиндель 3 имеет центральное отверстие В, в которое входит конец одного из сменных наконечников, применяемых при измерении рассматриваемым микрометром. На дне отверстия в шпинделе имеется шарик 4, в который упирается торец хвоста наконечника. Благодаря этому наконечник, хвост

которого входит в отверстие шпинделя, может довольно легко вращаться, что обеспечивает возможность установки его точно по линии подъема измеряемой резьбы. Такое же назначение имеет шарик 1, расположенный в отверстии А втулки 2, и заменяющий в данном случае пятку обыкновенного микрометра. Для перемещения втулки 2 в осевом направлении (при регулировке микрометра) служит колпачок-гайка 5; закрепление втулки 2 в выбранном положении осуществляется посредством тормозного кольца 6.

Измерительные наконечники часто встречающихся конструкций показаны на рис. 182, б и в. Наконечники, показанные на рис. 182, б, имеют полную измерительную поверхность, причем левый из них, снабженный призматическим вырезом, вставляется в отверстие втулки А, а правый, с коническим рабочим концом, — в отверстие В шпинделя 3 микрометра. Наконечники, изображенные на рис. 182, в, имеют укороченную измерительную поверхность, что способствует уменьшению ошибки измерения среднего диаметра, вызываемой неправильным углом профиля измеряемой резьбы. Левый из этих наконечников вставляется во втулку 2, а правый — в шпиндель 3 микрометра.

Хвостовики этих наконечников надрезаны, что способствует лучшей посадке их во втулке и шпинделе микрометра.

Резьбовые микрометры снабжаются комплектами наконечников, причем каждая пара наконечников предназначается для группы шагов. В соответствии с различными углами профилей резьб наконечники изготавливаются с углом между измерительными поверхностями, равными 60° для метрических резьб и 55° для дюймовых резьб.

Измерение среднего диаметра внутренней резьбы производится этими же инструментами, но при помощи слепка, получаемого так же, как и при определении шага резьбы. При диаметре резьбы свыше 200 мм средний диаметр внутренней резьбы можно измерять нутромерами со специальными сферическими наконечниками.

5. НАРЕЗАНИЕ ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕЗЬБЫ ПЛАШКАМИ И МЕТЧИКАМИ

Подготовка деталей для нарезания резьбы плашкой. Подготавливая деталь для нарезания на ней резьбы плашкой, необходимо чисто обточить нарезаемый участок. Диаметр участка должен быть несколько меньше наружного диаметра резьбы. Так, при диаметре основной метрической резьбы 6—10 мм диаметр нарезаемого участка должен быть меньше наружного диаметра резьбы на 0,1—0,2 мм; при диаметре резьбы 11—18 мм — на 0,12—0,24 мм; при диаметре резьбы 20—30 мм — на 0,14—0,28 мм. Конец нарезаемой детали на небольшой (2—3 мм) длине следует обработать на конус.

Плашки. Плашка имеет вид круглой гайки (рис. 183), резьба которой перерезана отверстиями, образующими режущие кромки и служащими для выхода стружки. Плашки бывают нерегулируемые

(рис. 183, *а*) и регулируемые (рис. 183, *б*). Нерегулируемые плашки после некоторого времени работы вследствие износа теряют свои размеры. Тогда в плашке — в пазу *В* — тонким шлифовальным кругом прорезается перемычка, после чего диаметр плашки можно изменять в пределах 0,1—0,25 мм.

В нарезанном отверстии плашки делается коническая заборная часть, выполняющая работу нарезания резьбы. Калибрующая часть лишь направляет плашку и зачищает резьбу. Угол конуса заборной части делается от 40 до 60° (в среднем 50°). В тех случаях, когда плашка должна нарезать резьбу до упора (например, до головки болта), угол конуса заборной части увеличивается до 90°.

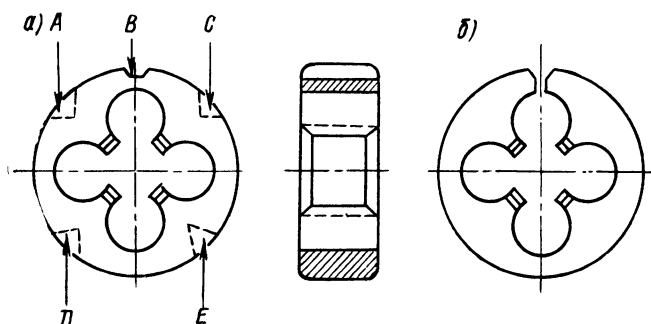


Рис. 183. Круглые плашки: неразрезная (*а*) и разрезная (*б*)

Установка плашек на станке и приемы нарезания резьбы. Установка плашек на станке осуществляется с помощью специального патрона (рис. 184, *а*). Оправка 1 патрона закрепляется в конусном отверстии пиноли задней бабки. По цилиндрической ее части может скользить втулка 2 со сменным вкладышем 4, торцовая выточка которого соответствует наружному диаметру плашки 6. Закрепление плашки производится болтами 5 в порядке, поясненном ниже. При соприкосновении плашки с заготовкой токарь за рукоятку 3 удерживает втулку с плашкой от вращения и при перемещении плашки с вкладышем и втулкой влево осуществляет нарезание резьбы. Патрон обеспечивает точную установку плашки и хорошее качество резьбы.

При отсутствии патрона нарезание резьбы ведется с помощью ручного воротка — плашкодержателя (рис. 184, *в*). Так же, как и в описанном выше патроне, неразрезная плашка закладывается в цилиндрическую выточку и закрепляется в ней винтами 2, 4 и 5. Винт 2 входит в паз *В* (рис. 183, *а*), имеющийся в плашке, а винты 4 и 5 — в отверстия *Д* и *Е*. При закреплении регулируемой плашки винт 2 служит для увеличения ее размера. Винтами 1 и 3, входящими в отверстия *А* и *С* плашки производится ее сжатие, а винтами 4 и 5 — закрепление. Для правильной работы плашки необходимо, чтобы она боковой стороной плотно прилегала к дну выточки в во-

ротке. После закрепления заготовки в патроне и пуска станка конец детали вводится в резьбовое отверстие плашки, закрепленной в плашкодержателе. При этом очень важно, чтобы вороток, а следовательно, и плашка были расположены в плоскости, перпендику-

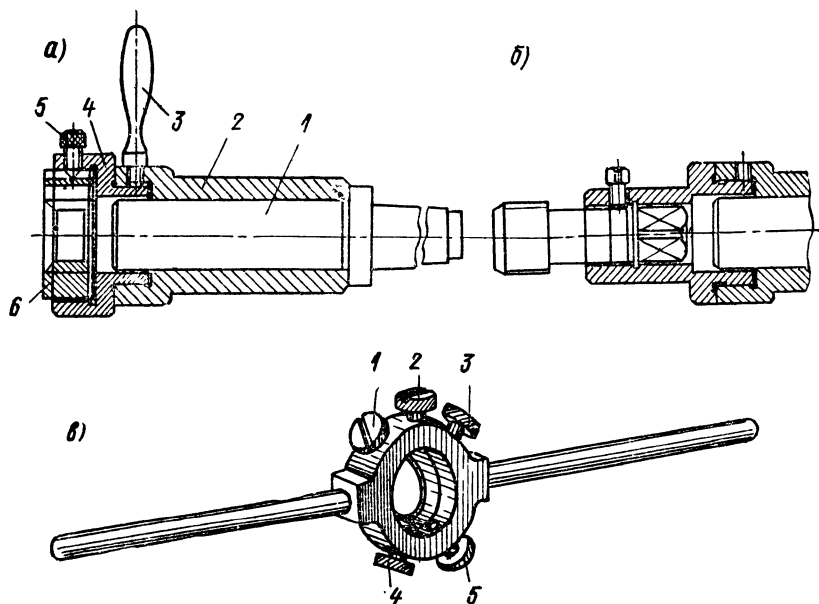


Рис. 184. Патрон со вставками для плашек (а) и метчиков (б) и плашкодержатель (в) для нарезания резьбы

лярной к оси нарезаемой резьбы. В противном случае профиль нарезаемой резьбы получится сваленным на сторону. Для этого вороток следует устанавливать так, как показано на рис. 185, а, или по схеме, показанной на рис. 185, б. Задняя торцовая поверх-

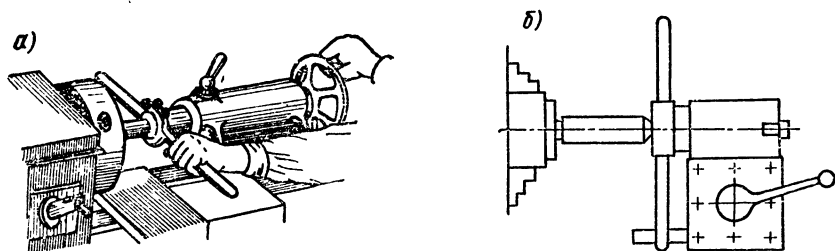


Рис. 185. Нарезание резьбы круглой плашкой с помощью плашкодержателя

ность воротка поджимается торцом пиноли задней бабки или торцом державки, закрепленной в резцедержателе. Одна из рукояток воротка поддерживается рукой и опирается на верхние салазки суппорта или на резец (или планку), также закрепленный в резце-

держателе. Вращая другой рукой маховичок, перемещают пиноль задней бабки или суппорт так, чтобы нарезаемая деталь вошла в резьбовое отверстие. Пустив станок в ход, следует перемещать опору, чтобы торец ее касался воротка во все время врезания плашки.

При нарезании резьбы до упора (например, до заплечика) станок заблаговременно выключают и вращают шпиндель его вручную (например, за приводной ремень) пока не будет нарезана вся резьба.

Пользуясь данной плашкой в первый раз, следует, нарезав несколько витков на первой детали, свернуть плашку и проверить удовлетворительная ли по шероховатости и размерам получается резьба. Если при этом обнаружится несоответствие размеров резьбы требуемым, неразрезную плашку необходимо заменить другой, а разрезную соответствующим образом отрегулировать.

Скорости резания и охлаждение при нарезании резьбы плашками. Скорости резания при нарезании резьбы плашками должны быть небольшими во избежание чрезмерно большого нагрева их режущих поверхностей, неудобно расположенных для охлаждения. Так, при нарезании плашкой резьбы диаметром 6—30 мм в деталях из стали средней твердости скорости резания колеблются в пределах 4—8 м/мин, а при чугуна средней твердости — в пределах 6—10 м/мин. Меньшие скорости резания относятся к меньшим, а большие — к большим диаметрам резьбы. В качестве смазочно-охлаждающей жидкости при нарезании резьбы плашками на стальных деталях применяются сурепное и веретенное масла, а также эмульсия.

Подготовка отверстия под нарезание резьбы метчиком. Отверстия под резьбу, к точности которой не предъявляется высоких требований (например, в обыкновенных гайках), сверлятся. При нарезании метчиком точных резьб просверленное отверстие следует растачивать резцом. Если нарезается резьба большого диаметра, то предварительное нарезание резьбы производится резцом, а окончательное — метчиком. При этом способе облегчается работа метчика и повышается точность резьбы. Такой прием нарезания резьбы метчиком называется калиброванием.

Диаметр отверстия, подготовленного для нарезания резьбы метчиками, можно определять по правилам, относящимся к подготовке отверстия под нарезание резьбы резцом, и изложенным выше. Правильный выбор диаметра отверстия под резьбу в данном случае имеет особое значение, так как материал витков, деформирующийся в процессе работы метчика, увеличивается в объеме и так защемляет метчик, что вращение его становится затруднительным. В результате этого или срывается резьба, или ломается метчик.

Метчики. Нарезание резцом внутренних резьб небольших диаметров — метрических до 10 мм, а дюймовых до $\frac{3}{8}$ " — связано со значительными затруднениями. Стержень резца получается очень тонким, непрочным, вследствие чего углубление резца при каждом новом проходе должно быть небольшим. Увеличение числа проходов понижает производительность. Наблюдение за работой резца невозможно. Подобные затруднения, хотя и в меньшей степени, возни-

кают иногда и при нарезании резьб, диаметры которых больше указанных выше. Поэтому нарезание на токарном станке внутренних метрических резьб диаметром до 50 мм и дюймовых до 2" часто производится не резцом, а метчиком (рис. 186). На рабочей части метчика нарезана резьба и профрезерованы канавки, образующие зубья с режущими кромками. В канавках размещается стружка, снимаемая метчиком. Затылочные поверхности обрабатывают так, что между ними и обработанной поверхностью образуется небольшой угол, подобный заднему углу резца.

Рабочая часть метчика состоит из заборной (или режущей) и калибрующей частей. Заборная часть — конусная; она первой входит в нарезаемое отверстие и выполняет основную работу нарезания

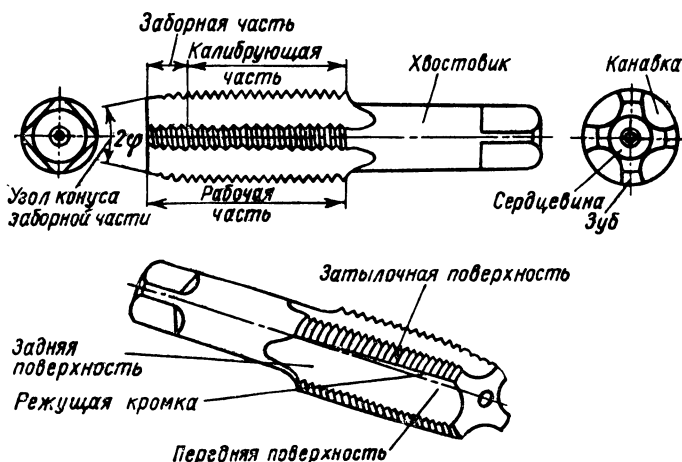


Рис. 186. Метчик, его части и элементы

резьбы. Следующая за ней калибрующая часть направляет метчик в нарезаемое отверстие и придает резьбе точные размеры (калибрует).

Хвостовик метчика заканчивается квадратом, который служит для закрепления метчиков в воротке или патроне (рис. 184, б). Название остальных элементов метчика указано на рис. 186.

Нарезание метрической и дюймовой резьб на токарных станках производится обычно последовательно двумя или тремя ручными метчиками, образующими комплект. Для резьбы с шагом до 3 мм включительно метчики изготовляют комплектом из 2 шт., для резьбы с шагом свыше 3 мм — комплектом из 3 шт. Первый метчик, называемый черновым (на хвостовике его, около квадрата, делается одна круговая риска), снимает наибольшую стружку. Второй и третий метчики окончательно отделяют резьбу. На втором метчике делается две риски, третий (чистовой) — риск не имеет. У чистового метчика длина заборной части 1,5—2 витка, а калибрующая часть его имеет полный профиль.

Комплект ручных метчиков для нарезания трубной резьбы состоит из двух метчиков — чернового и чистового.

Кроме ручных, при работе на токарных станках применяются машинно-ручные и гаечные метчики. Они изготовляются по одному для каждого диаметра и нарезают резьбу за один проход.

Установка метчиков на станке и приемы нарезания резьбы. Нарезание резьбы осуществляется с помощью того же патрона, который применяется для круглых плашек (рис. 184, а), но со сменными вкладышами другой конструкции (рис. 184, б). Нарезание производится следующим образом. В пиноль 3 задней бабки (рис. 187, а) устанавливают патрон 2 с метчиком 1 и последний вводят в отверстие заготовки. По мере перемещения метчика влево пиноль задней бабки, если это необходимо, подается также влево, но не быстрее перемещения метчика в осевом направлении.

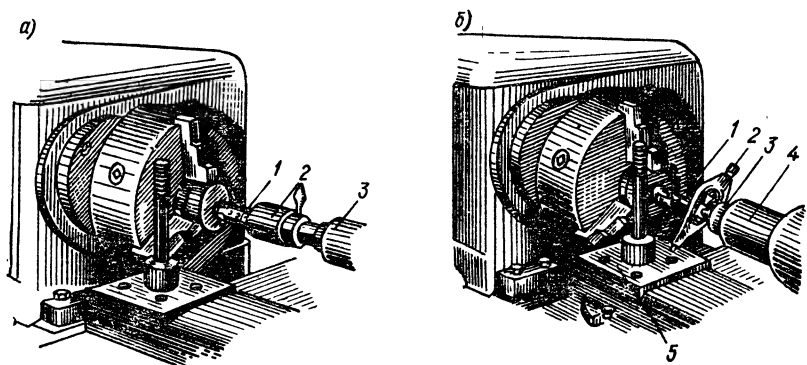


Рис. 187. Нарезание резьбы метчиком с помощью патрона (а) и хомутика (б)

При отсутствии патрона можно производить нарезание резьбы пользуясь хомутиком (рис. 187, б). В этом случае нарезаемую деталь также закрепляют в патроне. Левый конец метчика 1 вводят в нарезаемое отверстие, а правый поддерживают центром 3, вставленным в пиноль 4 задней бабки. На квадратный конец метчика надевают хомутик 2, конец которого опирается на верхнюю площадку 5 суппорта. По мере углубления метчика в нарезаемое отверстие необходимо непрерывно и осторожно перемещать пиноль задней бабки. Если конец хомутика приближается к левой кромке площадки 5, необходимо переместить влево весь суппорт.

При нарезании резьб в глухих отверстиях пускать станок в ход следует осторожно, так как очень трудно уловить тот момент, когда торец метчика упрется в дно нарезаемого отверстия. Если в этот момент станок не остановить, то или ломается метчик, или срывается нарезанная им резьба. Во избежание этого при нарезании таких резьб после остановки станка метчик ввертывают ключом или воротком или если это возможно придерживают ключ правой рукой, а левой рукой вращают шпиндель станка за приводной ремень.

Скорости резания и охлаждение при нарезании резьбы метчиками. Скорости резания при работе метчиками должны быть небольшими. Для выбора скоростей резания при нарезании резьбы метчиками можно пользоваться данными, относящимися к нарезанию резьбы плашками (стр. 230), умножая их на 1,5—1,7.

Охлаждение при нарезании резьбы метчиками повышает ее качество, а также способствует сохранению режущих свойств метчика. В качестве охлаждающей жидкости при нарезании резьбы в деталях из мягкой стали и стали средней твердости применяется эмульсия или смесь льняного масла (70%) с керосином (30%). Мягкий чугун нарезается без охлаждения, твердый — с охлаждением керосином.

6. НАРЕЗАНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ, ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ И МНОГОЗАХОДНОЙ РЕЗЬБЫ

Резцы для нарезания прямоугольной резьбы. Резец для нарезания прямоугольной резьбы показан на рис. 188. Передний угол резца делается равным нулю, а задний — от 6 до 8°. Все остальные элементы резца выбираются в зависимости от шага нарезаемой резьбы и способа его установки. Эти способы показаны на рис. 189.

В первом случае (рис. 189, а) резец установлен так, что его главная режущая кромка параллельна оси нарезаемой резьбы, а во втором (рис. 189, б) — перпендикулярна к боковым сторонам винтовой канавки. Достоинства и недостатки каждого из этих способов рассмотрены ниже. Если резец устанавливается по рис. 189, а, то угол резца α_1 (рис. 188) должен быть на 2° больше угла подъема резьбы. Угол α_2 независимо от угла подъема нарезаемой резьбы делается около 3°, а длина t режущей кромки — равной половине шага нарезаемой резьбы.

При установке резца по рис. 189, б углы α_1 и α_2 (рис. 188) делаются одинаковыми (около 3° каждый) независимо от угла подъема резьбы. Длина t режущей кромки в этом случае должна быть на 0,5—1,0 мм меньше половины шага нарезаемой резьбы.

Для проверки размера t у резца пользуются штангенциркулем или шаблоном (рис. 190, а). Размер t_1 (рис. 188) рабочей части резца у его основания должен быть немного (на 0,2—0,3 мм) меньше размера t .

Державка для резьбовых резцов. Для установки резьбового резца по рис. 189, а или б удобна державка, показанная на рис. 191. Резец 1 посредством болта 2 закрепляется в головке 3. Цилиндрический выступ головки входит в соответствующую выточку (не по-

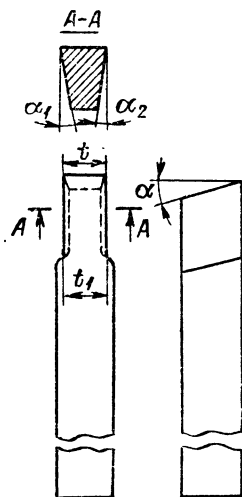


Рис. 188. Резец для нарезания прямоугольной резьбы

казана на рисунке), имеющуюся в торце корпуса 4 державки. Соединение головки 3 с корпусом 4 осуществляется посредством дифференциального устройства, состоящего из стержня 5, закрепленного в головке 3, и винта 6. Шаг наружной резьбы винта несколько больше шага резьбы, нарезанной в отверстии винта и на стержне 5.

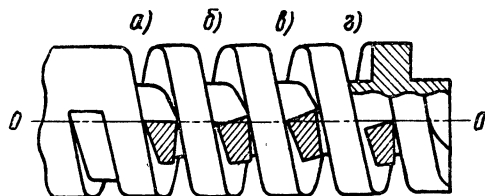


Рис. 189. Способы установки резца при нарезании прямоугольной резьбы (а, б) и положение резца при отделке боковых сторон профиля резьбы (в, г)

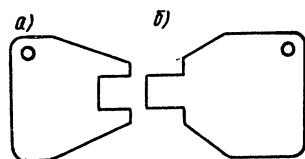


Рис. 190. Шаблоны для заточки резца (а) и проверки профиля прямоугольной резьбы (б)

Благодаря такому устройству достигается прочное закрепление головки 3 в требуемом положении. Угол поворота головки, равный углу подъема, отсчитывается по риску А и шкале В.

Установка резца при нарезании прямоугольной резьбы. При нарезании прямоугольной резьбы имеет существенное значение установка резца. Если резец установлен, как показано на рис. 189, а,

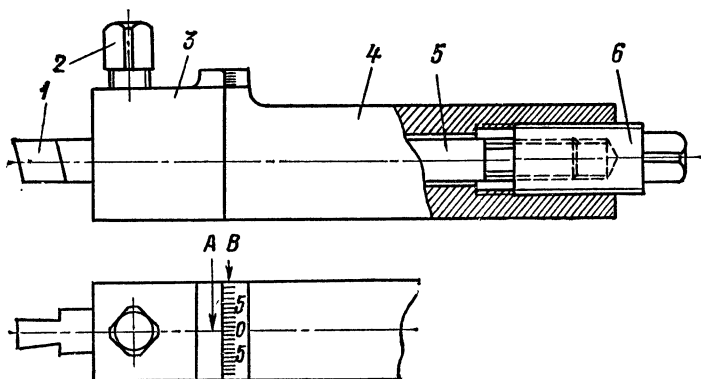


Рис. 191. Державка для резьбового резца

профиль резьбы получается правильным. В этом случае, однако, правая режущая кромка не режет, а скоблит металл. Условия работы левой режущей кромки более благоприятны, но вследствие отгибания резца (вниз и влево) под действием вертикальной силы резания возможно врезание этой кромки в нитку резьбы. Оба недостатка особенно существенны при нарезании резьбы с большими углами подъема. При установке резца по рис. 189, б ширина вин-

товой канавки у впадины получается больше, чем у вершин профиля, а впадина не плоской, а вогнутой. Достоинство этого способа состоит в том, что правая и левая режущие кромки резца работают в одинаковых благоприятных условиях.

Из всего сказанного следует, что при черновых проходах резца, когда снимаются сравнительно толстые стружки, а точности профиля не требуется, резец надо устанавливать так, как показано на рис. 189, б. При чистовых проходах, когда важнейшей задачей является получение правильного профиля резьбы, резец должен быть установлен по рис. 189, а. Главная режущая кромка резца должна быть установлена точно на линии центров станка. Кроме того, положение резца должно быть проверено по шаблону подобно тому, как это делается для проверки установки резца при нарезании треугольной резьбы.

Приемы нарезания прямоугольной резьбы. Резьба с шагом до 3—4 мм нарезается резцом, длина режущей кромки которого равна половине шага резьбы, без предварительных черновых проходов. Резец должен быть установлен по рис. 189, а. Боковые стороны профиля получают при этом чистыми, если углубление резца при каждом новом проходе не превышает 0,05—0,1 мм.

Резьбы, шаг которых больше 4 мм, следует нарезать в два приема. Сначала производится предварительное нарезание резьбы, а затем окончательная отделка ее профиля. Если угол подъема резьбы не превышает 3° , то предварительное нарезание ее производится резцом, установленным по рис. 189, а. При предварительном нарезании резьб с большим углом подъема резец устанавливается по рис. 189, б. В обоих случаях длина режущей кромки резца должна быть меньше (на 0,5—1 мм) половины шага резьбы. На впадине резьбы необходимо оставлять припуск 0,2—0,3 мм на окончательную отделку. Окончательная чистовая отделка резьбы производится резцом, установленным по рис. 189, а. Длина режущей кромки резца должна быть равна половине шага резьбы. Более чистые боковые поверхности профиля резьбы получают в том случае, если обработка их осуществляется подрезными резцами, установленными по рис. 189, в, г, а впадины — обыкновенным канавочным резцом, установленным по рис. 189, а. Ширина такого резца должна быть меньше ширины впадины резьбы на 0,1—0,2 мм. После каждого прохода резца необходимо тщательно измерять (штангенциркулем) ширину витка резьбы.

Проверка наружного и внутреннего диаметров производится так же, как и у треугольной резьбы; профиль этой резьбы проверяется шаблоном (см. рис. 190, б).

Резцы для нарезания трапецидальной резьбы. Резец для нарезания трапецидальной резьбы показан на рис. 192. Угол между боковыми режущими кромками резца должен быть равен 30° ; длина t передней кромки принимается соответственно профилю нарезаемой резьбы. Все углы (α , α_1 , α_2) резца выбираются так же, как и углы для нарезания прямоугольной резьбы. В этом случае для

закрепления резцов пользуются также державками для резьбового резца (рис. 191).

Резец для нарезания трапецидальной резьбы затачивается по шаблону, подобно применяемому при заточке резцов для треугольной резьбы, и в том же порядке. Заточенный резец доводится.

Приемы нарезания трапецидальной резьбы. Установка резца при нарезании трапецидальной резьбы производится так же, как и при нарезании прямоугольной резьбы. Резьбы с шагом до 3 мм нарезаются одним резцом, имеющим полный профиль. Нарезание резьб, шаг которых превышает 3 мм, производится в несколько

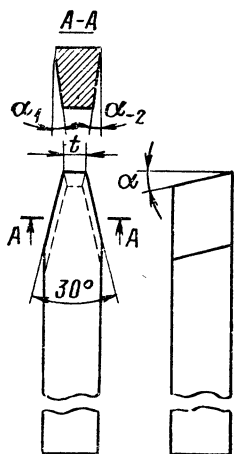


Рис. 192. Резец для нарезания трапецидальной резьбы

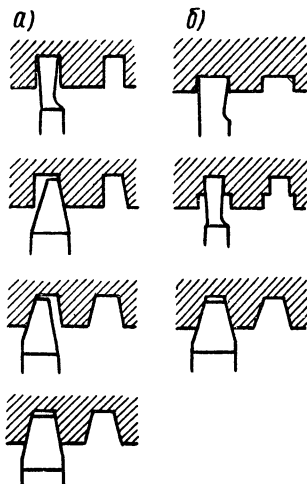


Рис. 193. Приемы нарезания трапецидальной резьбы

приемов (рис. 193, а). Канавочным резцом, ширина которого на 0,1—0,2 мм меньше ширины впадины резьбы, прорезается винтовая канавка. Диаметр канавки «по дну» должен быть равен внутреннему диаметру нарезаемой резьбы. После этого двумя резцами (правым и левым) винтовой канавке придается форма трапеции, причем ширина канавки, измеряемая по наружному диаметру, должна быть на 0,3—0,4 мм меньше окончательной. Каждый из резцов должен иметь угол при вершине, равный 30°; длина передней режущей кромки резца делается на 1—3 мм меньше ширины впадины нарезаемой резьбы. Окончательная отделка резьбы производится резцом, имеющим полный профиль. Этим резцом отделяются только боковые стороны профиля резьбы.

Другой, очень производительный способ нарезания трапецидальной резьбы показан на рис. 193, б. Резцом, ширина которого на 0,3—0,4 мм меньше окончательной ширины винтовой канавки, измеренной по среднему диаметру резьбы, прорезается предвари-

тельная канавка. Диаметр канавки, измеренный «по дну», должен быть больше среднего диаметра резьбы на 0,3—0,5 мм. Затем предварительная канавка углубляется до внутреннего диаметра резьбы. Ширина применяемого резца должна быть на 0,2 мм меньше окончательной ширины впадины. Отделка профиля производится последовательно двумя резцами, имеющими полный профиль нарезаемой резьбы. Первый из резцов имеет вогнутую (в виде желобка) переднюю поверхность, что обеспечивает большую легкость отделения стружки и чистую поверхность резьбы. Второй резец должен иметь плоскую переднюю поверхность.

Проверка трапецидальной резьбы. Для проверки трапецидальной резьбы применяются предельные калибры, подобные по конструкции предельным калибрам для треугольной резьбы. Профиль трапецидальной резьбы проверяется выступом С шаблона (рис. 194). При необходимости определения среднего диаметра трапецидальной резьбы проверка его производится косвенным путем. Для этого шаблон накладывается на виток резьбы, как показано на рис. 194. Если дно выемки шаблона касается вершины профиля резьбы, а точки А и В — боковых сторон его, средний диаметр резьбы правилен.

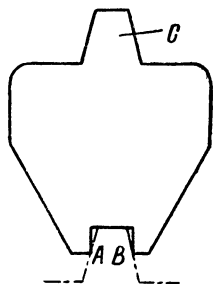


Рис. 194. Шаблон для проверки профиля и среднего диаметра трапецидальной резьбы

Необходимо отметить, что такой способ проверки среднего диаметра является грубым, так как наружный диаметр резьбы, от точности которого зависит результат проверки по рис. 194, обрабатывается с невысокой степенью точности. Исключением из этого являются винты с трапецидальной резьбой (ходовые винты), у которых боковая поверхность служит установочной базой при нарезании резьбы с использованием люнетов. Наружный диаметр таких винтов бывает поэтому точнее, чем у обычных.

Нарезание многозаходных резьб. Многозаходная резьба винтов обычно имеет трапецидальный и прямоугольный профили, а червяков — только трапецидальный.

Приемы обработки отдельных винтовых канавок таких резьб и червяков обычно не отличаются от применяемых при нарезании однозаходных резьб соответствующих профилей.

В рассматриваемом случае при установке резца по рис. 189, б искажение профиля резьбы получается значительным вследствие больших углов подъема многозаходных резьб.

При нарезании многозаходных резьб и червяков возникает дополнительное требование: обеспечение правильного взаимного расположения нескольких канавок резьбы или, как говорят, деления резьбы на заходы. Деление резьбы на два захода можно производить при помощи поводкового патрона, если он имеет два паза для поводка. Для этого при переходе от первой винтовой канавки ко

второй нарезаемая деталь снимается с центров, и поводок устанавливается в противоположный паз патрона. Затем деталь снова устанавливается на станок и у нее обрабатывают вторую винтовую канавку. Таким же способом можно нарезать при наличии соответствующего поводкового патрона и четырехзаходные резьбы, причем поводок в этом случае устанавливается последовательно во все пазы патрона. Следует отметить, что этот способ является грубым.

Очень точное деление резьбы на заходы достигается при применении специального делительного патрона типа, показанного на рис. 195, *а*.

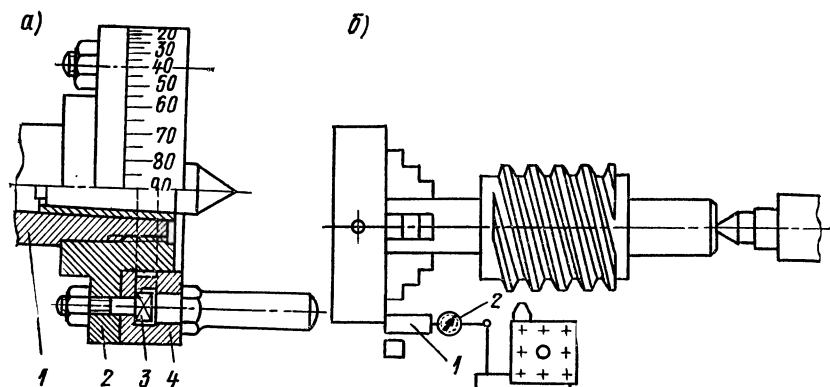


Рис. 195. Делительный патрон (*а*) и схема установки индикатора на резцовой головке (*б*) для нарезания многозаходной резьбы

Патрон состоит из корпуса 2, накручиваемого на шпиндель 1 станка, и кольца 4. Кольцо может быть повернуто относительно корпуса 2 и скрепляется с ним в рабочем положении посредством болтов 3. Отсчет поворота кольца производится по шкале (360 делений), нанесенной на боковой поверхности кольца, и по риску, имеющейся на корпусе патрона. Очевидно, что при нарезании двухзаходной резьбы, переходя от первого захода ко второму, необходимо повернуть кольцо, а вместе с ним и деталь на 180° и т. д.

Другие конструкции делительного патрона позволяют фиксировать положения только для наиболее часто встречающихся случаев деления, например на 2, 3, 4, 6, 8 частей (заходов) и т. п.

Поворот детали после каждого нарезанного витка можно также отсчитывать на станках старых моделей при помощи зубчатых колес передачи от шпинделя станка к его ходовому винту¹ или

¹ Подробнее см. работу [8] и другие рекомендуемые справочные пособия (стр. 322).

с помощью установки шпинделя путем его поворота относительно риски, нанесенной на фланце передней бабки на станках новейших моделей. У последних для этой цели на заднем конце шпинделя устанавливается кольцо с необходимой градуировкой. Поворот шпинделя с нарезаемой деталью осуществляется при разомкнутой кинематической цепи, соединяющей шпиндель с ходовым винтом.

Токарь-новатор Г. Н. Смирнов предложил производить деление резьбы без поворота детали за счет осевого смещения резца на шаг нарезаемой резьбы — путем перемещения резцовой головки (рис. 195, б). Величина перемещения может быть определена с большой точностью с помощью закрепленного в резцовой головке индикатора 2 и мерных плиток 1, как показано на рисунке.

Глава V

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЫЕ ТОКАРНЫЕ РАБОТЫ

1. ОБРАБОТКА НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ

Предварительные замечания. Практика показывает, что если длина детали в 10—12 раз больше ее диаметра, то удовлетворительная обработка этой детали на токарном станке с применением обычных способов закрепления (в центрах или патроне с поддержкой задним центром) не удастся и для выполнения ее необходимо добавочное закрепление детали. Такое закрепление осуществляется при помощи люнетов. Люнеты (или стойки) бывают неподвижные и подвижные.

Неподвижные люнеты и работа с ними. Неподвижный люнет (рис. 196) устанавливается на станине 10 станка и закрепляется посредством болта 8 и планки 9 (т. е. так же, как задняя бабка станка старых моделей). Корпус люнета состоит из основания 7 и крышки 1, соединенных шарниром 3. Для закрепления крышки 1 в рабочем положении служит откидной болт 6 с фасонной головкой. У люнета имеются три кулачка (один из них обозначен цифрой 2), причем два кулачка расположены в основании люнета, а третий — в крышке. Эти кулачки при помощи регулировочных болтов 4 могут перемещаться в отверстиях, сделанных в корпусе люнета. Для закрепления кулачков в выбранном положении служат винты 5.

Кулачки люнетов обычно изготавливаются из чугуна. Если есть основания опасаться, что поверхность обрабатываемой детали вследствие трения о кулачки может быть испорчена, следует на стальные кулачки установить бронзовые наконечники. В некоторых случаях из этих соображений применяют кулачки, рабочие поверхности которых покрыты баббитом. Если, наоборот, возможен чрезмерно быстрый износ кулачков, рабочие поверхности наплавляют твердым сплавом или пользуются люнетами, кулачки которых снабжены роликами.

Установка неподвижного люнета на токарном станке показана на рис. 197. Обрабатываемая деталь установлена в центрах и поддерживается тремя соответствующим образом отрегулированными кулачками люнета. Если заготовка детали точная (холодноката-

ный, калиброванный прут и т. п.) или она предварительно обработана, установить ее в люнете можно без предварительного протачивания шейки в тех местах, где будут расположены кулачки люнета. В противном случае в том месте, которым деталь будет касаться кулачков люнета, должна быть проточена шейка.

Обработка шейки, длина которой должна быть немного больше ширины кулачков люнета, возможна несколькими способами. Если деталь длинная и тонкая, ее устанавливают в центрах и протачивают шейку в требуемом месте. Подача и глубина резания должны быть при этом возможно меньшими, чтобы избежать прогиба вала и вибраций. Из этих же соображений главный угол в плане резца должен быть возможно большим (лучше всего пользоваться подрезными резцами) и радиус закругления вершины резца возможно меньшим, а передняя поверхность вогнутой. Угол наклона главной режущей кромки резца желательно делать отрицательным (см.

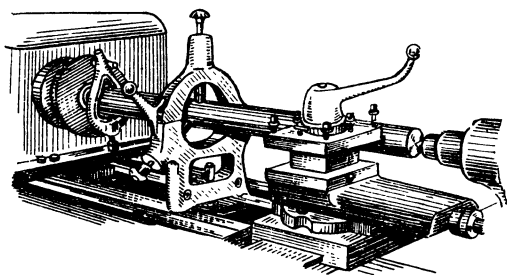
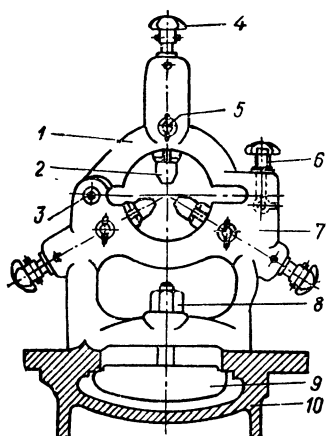


Рис. 196. Неподвижный люнет Рис. 197. Обработка с неподвижным люнетом

рис. 7, в); в этом случае резец как бы натягивает деталь на себя. При положительном угле наклона (см. рис. 7, а) резец отталкивает от себя деталь, а это способствует появлению вибраций.

Если обрабатываемая заготовка настолько длинная и тонкая, что проточить шейки сразу в середине ее, даже с соблюдением указанных выше правил, не удастся, приходится протачивать временные шейки (одну или две), расположенные ближе к передней бабке. Проточив такую шейку на расстоянии от передней бабки, равном, например, одной четверти всей длины заготовки, устанавливают против шейки люнет и протачивают вторую временную или требуемую шейку.

Установка люнета производится различными способами. Устанавливать кулачки люнета непосредственно по заготовке можно только в том случае, если она точна (например, калиброванный прут) или предварительно обработана. Этим способом следует пользоваться только при грубых работах, причем если заготовка прогибается под действием собственного веса, то сначала к ней

равномерно подводят два нижних кулачка и только после этого закрепляют верхний кулачок. При чистовых и точных работах устанавливать люнет этим способом нельзя, так как при неправильной установке его (что очень вероятно) обрабатываемая деталь будет иметь неодинаковые диаметры по всей длине.

Если деталь имеет обработанную поверхность, то установку люнета лучше всего производить при помощи короткой оправки (цилиндрического валика) диаметром, равным диаметру заготовки в том ее месте, в котором будет расположен люнет. Один конец оправки закрепляется в патроне, а по другому концу, предварительно выверенному при помощи рейсмуса или индикатора, или обточенному на месте, устанавливают кулачки люнета. Люнет в это время находится вблизи передней бабки и после установки кулачков передвигается вдоль станины до требуемого положения.

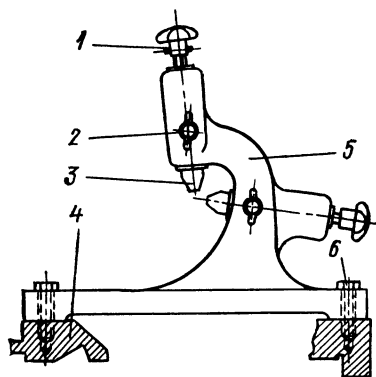


Рис. 198. Подвижный люнет

Отметим в заключение, что при обтачивании детали с неподвижным люнетом угол наклона главной режущей кромки резца должен быть положительным. Образующаяся при этом стружка отходит вправо и не запутывается в кулачках люнета (см. рис. 9, а).

Подвижные люнеты и их применение. Подвижный люнет (рис. 198) закрепляется на продольных салазках 4 суппорта болтами 6. В кор-

пусе 5 люнета в этом случае расположены только два кулачка; один из них обозначен цифрой 3. Кулачки регулируются винтами 1 и закрепляются винтами 2.

При правильной установке резца и люнета кулачки последнего поддерживают деталь несколько правее резца (при перемещении суппорта влево). Кулачки люнета, таким образом, прикасаются к обработанной поверхности вала и поддерживают его вблизи резца, т. е. недалеко от точки приложения силы, изгибающей вал. Благодаря тому, что люнет перемещается вместе с суппортом, относительное положение резца и кулачков люнета остается неизменным.

Для предотвращения попадания стружки под кулачки люнета угол наклона главной режущей кромки резца следует делать отрицательным. Стружка при этом условии отходит влево (см. рис. 9, в), что и требуется.

Некоторые особые случаи применения неподвижных люнетов. Иногда обработка жесткой детали затрудняется или даже оказывается невозможной ввиду недостаточной прочности закрепления ее только в патроне. Если использовать задний центр почему-либо нельзя, применяют неподвижный люнет, как, например, при обтачивании торца вала, не имеющего центрального отверстия.

2. ОБРАБОТКА НА ПЛАНШАЙБЕ И УГОЛЬНИКЕ

Обработка на планшайбе. При обработке основания рейсмуса (см. рис. 75, д) требуется, чтобы ось отверстия под стойку рейсмуса была строго перпендикулярна, а верхняя торцовая поверхность основания параллельна опорной плоскости основания. Подобные требования предъявляются и к другим деталям машин. Указанные требования будут выполнены, если после закрепления основания рейсмуса для обработки отверстия под стойку и торцовой поверхности его ранее обработанная опорная плоскость будет расположена перпендикулярно к оси вращения станка. Использование самоцентрирующего или четырехкулачкового патрона может привести к браку детали, если она почему-либо не будет плотно

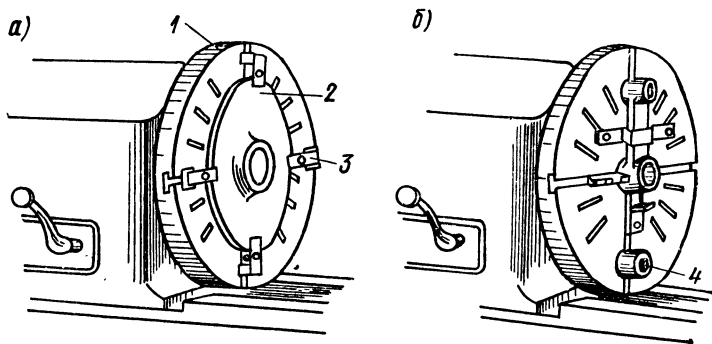


Рис. 199. Обработка деталей на планшайбе

прижата опорной плоскостью к установочной поверхности всех кулачков патрона. Такой же результат получится и в том случае, если хотя бы один из кулачков займет положение, показанное на рис. 47.

Наилучшее закрепление детали при данных условиях обработки показано на рис. 199, а. На планшайбе 1 обрабатываемая деталь 2 закреплена прихватами 3. Планшайба представляет собой диск с утолщенной средней частью, усиленный ребрами, центрированный и закрепленный на шпинделе станка. Головки болтов прихватов входят в Т-образные пазы планшайбы или иногда болты проходят через отверстия в планшайбе. Не следует слишком сильно заворачивать гайки этих болтов во избежание деформирования, а иногда и поломки планшайбы. В некоторых случаях при этом может быть деформирована и обрабатываемая деталь.

Проверка установки детали, закрепляемой на планшайбе, производится так же, как при закреплении в четырехкулачковом патроне. При немного отжатых гайках болтов прихватов деталь может быть смещена в любую сторону легкими ударами молотка.

Если обрабатываемая деталь располагается так, что центр тяжести ее не лежит на оси вращения шпинделя станка, она должна

быть уравновешена (рис. 199, б) каким-либо грузом 4. Подбор массы груза — противовеса, состоящего обычно из чугунных шайб, должен обеспечить уравновешенное состояние планшайбы. Оно контролируется при отключенном от механизма коробки скоростей шпинделе. Если баланс грузов не достигнут, планшайба со шпинделем, поворачиваясь вокруг своей оси, будет всегда останавливаться в одном положении — грузом вверх, если груз мал, или грузом вниз — если груз велик. Изменять влияние груза можно не только его массой, но и перемещением вдоль паза. Планшайбу с установленной на ней деталью и грузом считают отбалансированной, когда ее можно остановить в любом положении и она не будет стремиться его изменить. Работа с неотбалансированной планшайбой недопустима, так как дебаланс весьма вредно влияет на износ подшипников шпинделя.

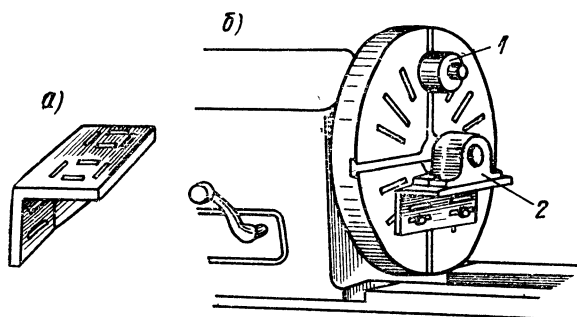


Рис. 200. Токарный угольник (а) и его настройка на планшайбе (б)

Закрепление на планшайбе применяется и тогда, когда форма обрабатываемой детали затрудняет или даже исключает использование четырехкулачкового патрона. При отсутствии планшайбы для выполнения рассмотренных работ может быть использован и корпус четырехкулачкового патрона. Разумеется, такой метод крепления заготовок, как низкопроизводительный, можно рекомендовать лишь при изготовлении деталей малыми партиями.

Обработка на угольнике. Если в какой-либо детали, например в подшипнике, отверстие должно быть обработано так, чтобы его ось была параллельна опорной плоскости и расстояние от оси до этой плоскости было равно заданному, то подобные операции следует выполнять на угольнике (рис 200, а), прикрепленном должным образом к планшайбе. Полки угольника должны составлять между собой угол 90° . Продолговатые отверстия в одной из полок угольника сделаны для болтов, посредством которых он прикрепляется к планшайбе, а такие же отверстия в другой полке — для болтов, используемых для закрепления обрабатываемой детали. Полки сравнительно больших угольников для большей жесткости соединяются скрепляющими ребрами.

Установка угольника на планшайбу (рис 200, б) осуществляется в следующем порядке. Угольник прикрепляют к планшайбе предварительно, но так, чтобы расстояние от оси шпинделя до полки угольника, на которой будет установлена обрабатываемая деталь, было равно (приблизительно) требуемому расстоянию от оси отверстия в детали до ее опорной плоскости. После этого на угольнике

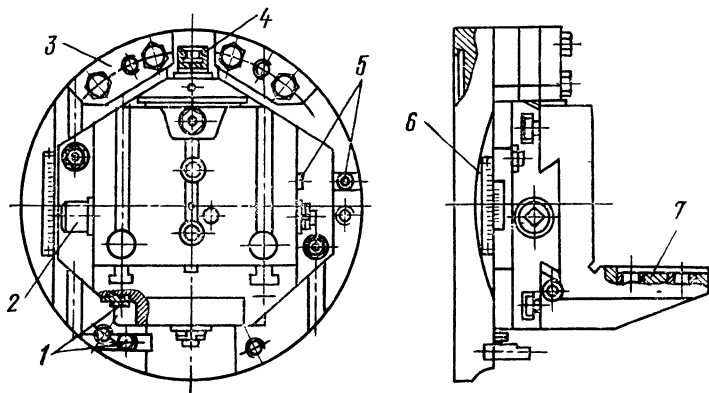


Рис. 201. Универсальный угольник

устанавливают и закрепляют предварительно обрабатываемую деталь 2 (например, подшипник). Затем производится выверка установки угольника (с деталью), его окончательное закрепление (при достижении размера от опорной поверхности до центра отверстия) и выверка установки детали на угольнике с помощью рейсмуса. После этого, окончательно закрепив деталь, перемещением противовеса 1 находят такое его положение, при котором планшайба становится уравновешенной.

Если требуется обработать партию деталей, то на угольнике по первой детали следует установить планки — упоры.

На рис. 201 показано переналаживаемое приспособление — угольник. Перемещение угольника 7 в двух координатах осуществляется болтами 2 и 4. Отсчет величины перемещения ведется по миллиметровым шкалам 6 с нониусами. Упоры 1 и 5 позволяют пользоваться мерными плитками, при необходимости более точных измерений перемещений угольника в процессе установки обрабатываемой детали. Балансировка приспособления с установленной деталью ведется с помощью противовесов 3.

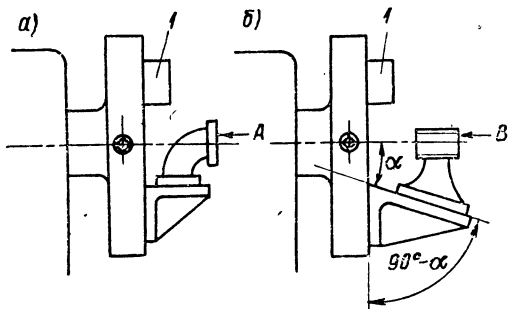


Рис. 202. Примеры обработки на угольнике

Другие примеры обработки детали на угольнике схематически показаны также на рис. 202. У патрубка (рис. 202, а) подлежит обработке торцовая плоскость A . Она должна быть перпендикулярна к плоскости фланца, соприкасающегося с угольником. Ось отверстия B в кронштейне (рис. 202, б) должна быть расположена под углом α к плоскости его основания. В этом случае угол между полками угольника должен быть равен $90 - \alpha^\circ$. Балансировка осуществляется посредством противовеса I .

3. ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ С ЭКСЦЕНТРИЧНО РАСПОЛОЖЕННЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

Детали с эксцентрично расположенными поверхностями и особенности их обработки. Отличительной особенностью таких деталей является наличие нескольких поверхностей вращения со строго параллельными осями. Обеспечение параллельности этих осей и точного расстояния между ними (например, при обработке коленчатых валов) составляет главную задачу при обработке такого рода деталей.

Типичная деталь с эксцентрично расположенными поверхностями показана на рис. 203, а. У этой детали должны быть обработаны поверхности A и B и отверстие C , причем поверхность A имеет ось O_1O_1 , а поверхность B — ось O_2O_2 , не совпадающую с первой и отстоящую от нее на расстоянии e . Кроме того, должны быть обработаны все торцовые поверхности детали. Один из способов обработки состоит в следующем. У детали, закрепленной в четырехкулачковом патроне за поверхность A , обрабатываются поверхность B , отверстие C и торцы, доступные для обработки. После этого деталь надевается на оправку, центровые отверстия которой смещены относительно ее центральной линии на величину e . Установив оправку на центры, обрабатывают поверхность A детали и последний торец.

При отсутствии такой оправки деталь закрепляют в четырехкулачковом патроне за поверхность B и обрабатывают поверхность A детали и ее левый торец. После этого деталь переворачивают и закрепляют (рис. 203, б) в том же патроне за обработанную поверхность A . Проверку необходимого при этом смещения оси поверхности на величину e производят следующим образом. Подведя к поверхности A детали резец, установленный задним концом вперед, измеряют величину просвета T . В этот момент деталь должна быть установлена так, чтобы против торца резца находилась (рис. 203, б) самая «высокая» точка поверхности A . После этого измерения деталь поворачивают вместе с патронами на 180° так, чтобы против торца резца оказалась (рис. 203, в) самая «низкая» точка поверхности A , и снова измеряют просвет между этой поверхностью и торцом резца. Если просвет оказался равным $T + 2e$, можно приступить к обтачиванию поверхности B , обработке отверстия C и правых (по рис. 203, в) торцовых поверхностей детали. В большинстве слу-

чаев деталь приходится смещать несколько раз и столько же раз производить указанные выше измерения.

Для определения самой высокой точки поверхности A можно воспользоваться куском мела, как при проверке установки детали в четырехкулачковом патроне. При медленном вращении детали мел коснется ее и сделает на наиболее высоком участке поверхности отметку в виде линии, в середине которой находится самая высо-

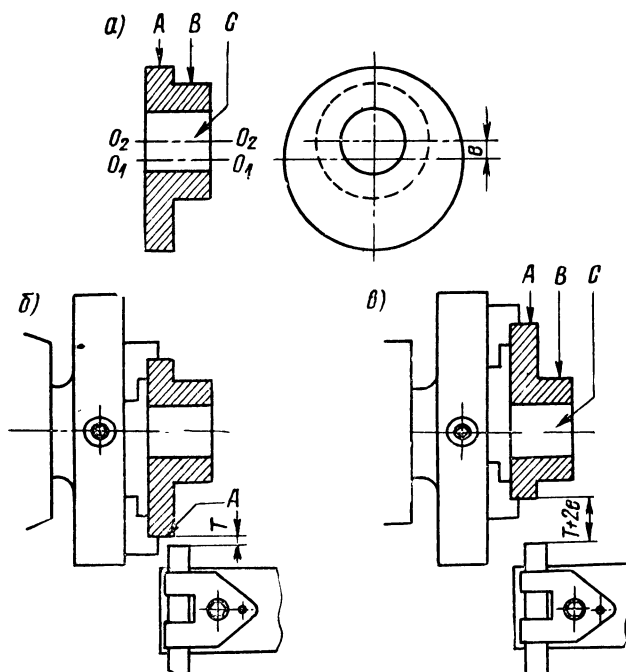


Рис. 203. Втулка с эксцентрично расположенным отверстием (а) и операции ее обработки (б, в)

кая точка этой поверхности. Самая низкая точка ее лежит, очевидно, на противоположной стороне.

При небольшой величине e проверку смещения детали, установленной по рис. 203, б, можно производить с помощью индикатора, закрепленного в резцедержателе. Кнопка индикатора прижимается в этом случае к поверхности A медленно вращающейся детали; по колебаниям стрелки можно судить о величине смещения этой поверхности относительно оси вращения шпинделя станка.

Обработка валиков с эксцентричным расположением поверхностей производится в патроне или в центрах. В первом случае необходимое смещение поверхностей валика достигается способами, рассмотренными выше, а во втором — использованием двух пар центровых отверстий (рис. 204), имеющих в торцах валика.

Первая пара отверстий, расположенных на оси O_1O_1 , используется при обтачивании поверхности диаметром D , а вторая пара, расположенная на оси O_2O_2 , — при обтачивании поверхности d . Оси

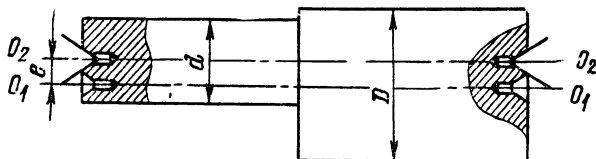


Рис. 204. Двойная зацентровка валика с эксцентрично расположенными поверхностями

O_1O_1 и O_2O_2 расположены на расстоянии, равном требуемому эксцентриситету e .

Точность выполнения этого размера в данном случае зависит от правильности центровки, которая производится по разметке или по кондуктору.

4. ОБРАБОТКА ФАСОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Обработка фасонных поверхностей фасонным резцом. Резцы, режущая кромка которых совпадает с криволинейной или ступенчатым профилем обрабатываемой поверхности, называются фасонными.

Простейший резец для обработки фасонной поверхности, часто называемый стержневым, показан на рис. 205, а. Пример применения такого резца (обработка вогнутой поверхности) приведен на рис. 206, а.

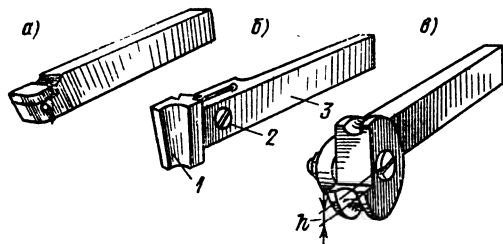


Рис. 205. Фасонные резцы: стержневой (а), призматический (б) и дисковый (в)

Достоинство рассматриваемых резцов — простота, а поэтому сравнительно низкая стоимость их изготовления. Существенный недостаток таких резцов заключается в том, что после нескольких, а иногда

двух-трех переточек по передней поверхности (а для сохранения профиля их можно перетачивать только по передней поверхности) пластинка стачивается, высота по центру при установке уменьшается и резец становится негодным для дальнейшей работы. Поэтому стержневые фасонные резцы применяют преимущественно в тех случаях, когда работа не имеет массового характера и профиль резцов прост (например, для обработки галтелей).

Призматический фасонный резец показан на рис. 205, б. Передней поверхностью служит торец бруска, из которого изготовлен

резец, а задний угол образуется благодаря наклонному положению резца в державке 3. При заточке резца, производящейся также по передней поверхности, профиль его не изменяется. Недостаток резца — сложность изготовления. Пример применения призматического резца показан на рис. 206, б.

Для закрепления в державке призматический резец 1 (205, б) по всей длине (с задней стороны) имеет выступ в форме ласточкина хвоста, входящий в такой же паз державки 3. Державка надрезана, поэтому при затягивании винта 2 она сжимается и резец удерживается в ней достаточно прочно.

Дисковый фасонный резец, закрепленный на державке, изображен на рис. 205, в. Пример его применения показан на рис. 206, в.

Передняя поверхность дискового резца располагается ниже его оси на величину h (рис. 205, в), что создает необходимый задний

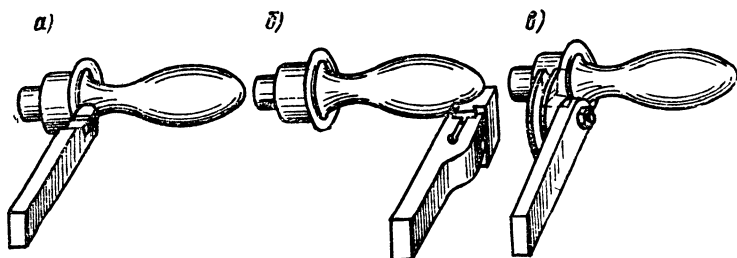


Рис. 206. Примеры применения фасонных резцов

угол. Если это понижение равно $\frac{1}{10}$ диаметра резца, задний угол его получается около 12° . Передний угол фасонных резцов в большинстве случаев делается равным 0° . При этом условии упрощается изготовление резца; кроме того, резец не затягивается в деталь и обработанная поверхность последней получается качественной. Ширина фасонных резцов не превышает обычно 40 мм, но иногда применяются фасонные резцы шириной до 100 мм. Державки к фасонным резцам, в особенности широким, часто делаются пружинящими (см. рис. 92).

Работа фасонными резцами. Для получения правильного профиля обрабатываемой детали фасонный резец необходимо устанавливать так, чтобы его режущая кромка была точно на высоте центров станка. Положение фасонного резца, если на него смотреть сверху, следует проверять посредством маленького угольника. Если одну кромку такого угольника приложить к цилиндрической поверхности детали (вдоль ее оси), а другую подвести к боковой поверхности обыкновенного или призматического резца, или к торцовой поверхности дискового резца, то между угольником и резцом не должно быть неравномерного просвета.

При закреплении фасонных резцов необходимо особенно тщательно выполнять общие правила закрепления резцов.

Подача фасонного резца в большинстве случаев осуществляется вручную. Она должна быть равномерной и не превышать 0,05 мм/об при ширине резца 10—20 мм и 0,03 мм/об при ширине свыше 20 мм. Подача должна быть тем меньше, чем меньше диаметр обрабатываемой детали. При обработке участка детали, расположенного близко к патрону (или к задней бабке), подачу можно брать больше, чем при обработке участка, расположенного сравнительно далеко от патрона (или от задней бабки).

При обработке фасонных поверхностей стальных деталей следует применять охлаждение маслом. Поверхность детали получается при этом гладкой и даже блестящей. Фасонные поверхности чугунных, бронзовых и латунных деталей обрабатываются без охлаждения.

Правильность фасонной поверхности проверяется шаблоном. Между обработанной поверхностью и шаблоном не должно быть просвета.

Если обрабатываемая поверхность детали имеет большие перепады диаметров разных участков, то при работе фасонным резцом приходится снимать много металла. Во избежание быстрого износа резца предварительную обработку такой поверхности надо производить обдирочным резцом, профиль которого подобен профилю окончательного фасонного резца, но значительно проще его.

Обдирочный фасонный резец может иметь передний угол больше нуля.

Обработка фасонных поверхностей при одновременном действии продольной и поперечной подач резца. Обработка фасонных поверхностей при одновременном действии продольной и поперечной ручных подач резца производится при небольшом количестве обрабатываемых деталей или при сравнительно больших размерах фасонных поверхностей. В первом случае изготовление даже обыкновенного фасонного резца нецелесообразно, во втором — потребовался бы очень широкий резец, работа которым неизбежно вызвала бы вибрации детали.

Фасонная поверхность детали обрабатывается рассматриваемым способом обычно в три приема, сущность которых будет ясна из приводимого ниже порядка обработки рукоятки (рис. 207, а).

Заготовка, из которой изготавливается рукоятка, закрепляется (рис. 207, б) за поверхность *A* и у нее обрабатываются поверхности *B*, *C*, *D* и *E*. Затем деталь закрепляется за поверхность *C* (рис. 207, в). Несколькими проходами проходного резца с заготовки снимают слои материала (заштрихованные в разные стороны). Припуск, оставшийся после этого на окончательное обтачивание фасонной поверхности, на рис. 207, г заштрихован.

Снятие припуска производится остроносым чистовым или проходным резцом. Для этого перемещают (вручную) продольные салазки влево и одновременно поперечные салазки суппорта вперед и назад. При обработке сравнительно небольших фасонных поверхностей продольную подачу осуществляют используя верхние са-

лазки суппорта, установленного так, чтобы направляющие их были параллельны центральной линии станка; для поперечной подачи применяют поперечные салазки суппорта. В том и другом случаях вершина резца будет перемещаться по кривой. После нескольких продольных резцов и при правильном соотношении величин подач (продольной и поперечной) обрабатываемая поверхность получит

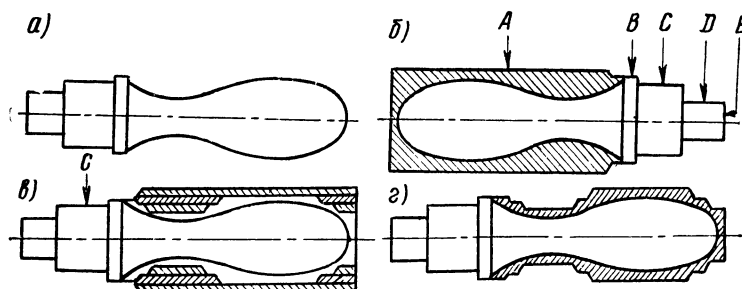


Рис. 207. Последовательность обработки фасонной поверхности ручки способом двух подач

требуемую форму. Для выполнения этой работы нужен большой навык. Опытные токари, обрабатывая фасонные поверхности рассматриваемым способом, пользуются автоматической продольной подачей, перемещая одновременно с этим поперечный суппорт вручную.

Проверка фасонной поверхности осуществляется шаблонами, подобными изображенному на рис. 147, но с рабочей кромкой, соответствующей очертанию фасонной поверхности или ее участка.

Обработка фасонных поверхностей по шаблонам и копирам. При обработке сравнительно небольших фасонных деталей, изготавливаемых небольшими партиями, может быть полезно устройство, показанное на рис. 208. Обрабатываемая деталь 1 (например, рукоятка для маховика) закреплена в самоцентрирующем патроне, а в пинользадной бабке вместо центра вставлен копир 2, имеющий форму и размеры изготавливаемой детали.

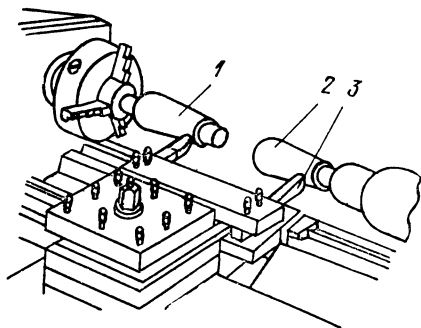


Рис. 208. Обработка фасонной поверхности по копиру

Работая одновременно двумя подачами, токарь должен все время следить за тем, чтобы шуп 3, закрепленный в резцедержателе, находился в соприкосновении с копиром. При выполнении этого условия требуемая форма изделия получается сама собой.

На рис. 209 показано аналогичное устройство для обработки сферической поверхности. По шаблону 1, установленному

в пиноли задней бабки; обкатывается ролик 2, закрепленный в резцедержателе вместе с резцом 3. Сообщение им продольной и поперечной подачи обеспечивает получение заданной сферы на заготовке.

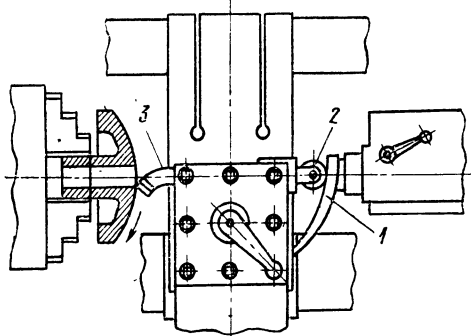


Рис. 209. Обработка сферической поверхности по шаблону

Достоинство таких приспособлений состоит в том, что они могут быть без значительных затрат быстро изготовлены самим токарем.

При обработке деталей большими партиями сложное движение резца должно осуществляться автоматически. Для этой цели изготавливаются более сложные

копировальные приспособления. В последние годы широкое распространение для этих целей получили так называемые гидросуппорты.

Устройство и работа гидросуппорта рассмотрены в конце этой книги (стр. 315).

5. НАКАТЫВАНИЕ РИФЛЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Виды накаток. Накатка, которая делается на поверхностях, охватываемых рукой, бывает прямая (рис. 210, а) и косая — сетчатая (рис. 210, б). Шаг S (рис. 210, в) прямой накатки делается независимо от материала детали, равным 0,5—1,2 мм. Шаг косой — сетчатой накатки на деталях из латуни и алюминия делается

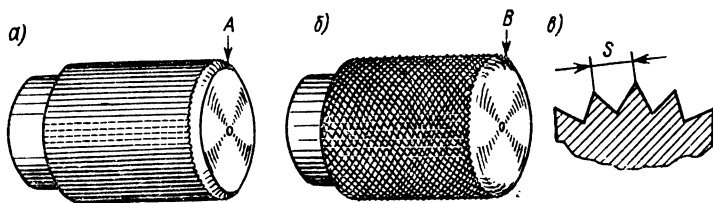


Рис. 210. Типы накаток (а, б) и их шаг (в)

0,6—1,2 мм, а на стальных деталях — 0,6—1,6 мм. Чем тверже материал детали и чем больше ее диаметр, тем крупнее должен быть шаг накатки.

Ролики для накатывания. Ролик для получения прямой накатки показан на рис. 211, а. Для получения косой — сетчатой накатки необходимо иметь два ролика — с левой (рис. 211, б) и с правой (рис. 211, в) насечками. Диаметр роликов обычно принимается около 20—25 мм, ширина — 10 мм. Угол α между сторонами насечки (рис. 211, г) следует брать острее для накатки твердых мате-

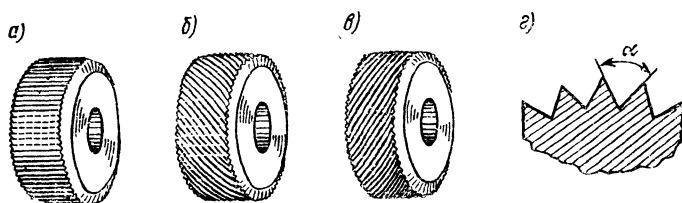


Рис. 211. Типы накатных роликов (а, б, в) и угол их насечки (z)

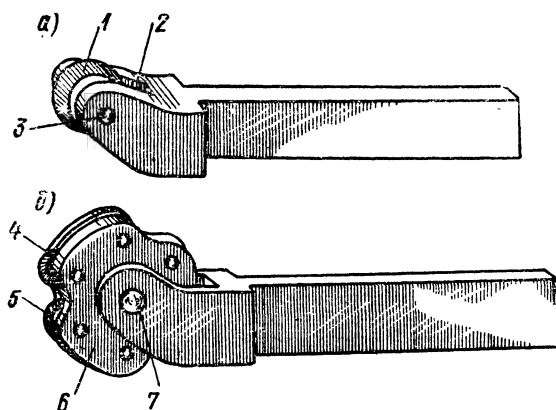


Рис. 212. Типы державок для накатных роликов

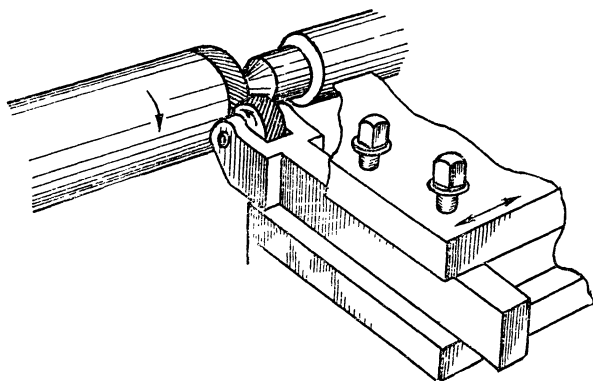


Рис. 213. Накатывание

риалов (например, для машиноподелочной стали $\alpha = 70^\circ$) и более тупым, если материал накатываемой детали мягок (для латуни $\alpha = 90^\circ$).

Ролики для накатывания изготавливаются из стали марок У10А, У12А, ХВГ, 5ХНМ. Очень хорошо работают ролики, изготовленные из высокохромистой стали марки ХЭ12.

Державки для роликов. Державка для ролика, применяемого при образовании прямой накатки, показана на рис. 212, а. Ролик 1 расположен в прорези 2, сделанной в державке, и вращается на оси 3.

Для косой сетчатой накатки необходимо иметь две державки: одну для ролика с правой насечкой и другую — с левой насечкой. Лучше, однако, пользоваться державкой, в которой закрепляются два ролика: один над другим. Один ролик должен иметь правую, а другой — левую насечку.

На рис. 212, б показана универсальная державка. На оси 7 расположена обойма 6 с тремя парами роликов 4 и 5, насечка каждой из которых имеет разные шаги.

Практика накатывания. Накатка получается чистой, без рванин и выкрашиваний, если диаметр поверхности, подготовленной под накатывание, делится без остатка на диаметр ролика. Процесс накатывания показан на рис. 213. Державка с одним роликом закреплена в резцедержателе станка. Деталь вращается в обычном направлении. Скорость вращения детали из мягкой стали должна быть 20—25 м/мин, из стали средней твердости — 15—20 м/мин.

Накатка требуемой глубины получается после нескольких проходов ролика. Чем крупнее накатка и чем тверже материал, тем больше должно быть сделано проходов. Например, накатка с шагом 1,2 мм на латунной детали может быть получена за 4—6 проходов, а на стальной детали — за 6—8 проходов ролика.

Продольная подача роликов при накатывании деталей диаметром 10—25 мм должна быть равна 1—1,5 мм/об, а при больших диаметрах — 2—3 мм/об.

Во время накатывания пиноль задней бабки должна быть выдвинута как можно меньше, а задний центр необходимо плотно прижать к детали, поэтому его надо смазывать чаще обыкновенного. Накатка получается чище и ровнее, если накатываемое место поливается машинным маслом.

После того как накатывание закончено на концах накатанной поверхности необходимо проточить фаски — прямую (А, см. рис. 210, а) или закругленную (В, см. рис. 210, б).

Часть третья

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Глава I

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ И ТЕХНИЧЕСКОЙ НОРМЕ ВРЕМЕНИ

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И ЕГО СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ

Технологический процесс. *Технологическим процессом* изготовления деталей называется часть всего производственного процесса, непосредственно связанная с изменением формы или физических свойств детали. Изменение формы детали происходит, например, во время механической обработки, а физических свойств — в процессе термической обработки (заковки, отпуска и т. д.).

Технологическая операция. В простейшем случае (например, при изготовлении гладкой втулки или шайбы) технологический процесс механической обработки детали часто осуществляется полностью на одном станке, например на токарном.

В большинстве случаев, однако, для изготовления детали, например вала, необходимо применять несколько станков разных типов. Если после обтачивания вала на одной из его ступеней должна быть профрезерована шпоночная канавка, а некоторые шейки шлифованы, технологический процесс механической обработки вала будет состоять из трех частей, называемых операциями.

Операцией называется часть технологического процесса, выполняемая над определенной деталью (или над совокупностью нескольких одновременно обрабатываемых деталей) одним рабочим (или определенной группой рабочих) непрерывно на одном рабочем месте.

В приведенном определении под группой одновременно обрабатываемых деталей подразумевается тот случай, когда производится, например, обработка нескольких одинаковых дисков на одной оправке. Группа рабочих участвует в выполнении одной операции при обработке деталей на крупных станках, обслуживаемых бригадой рабочих. Непрерывность данной операции следует понимать таким образом, что выполнение ее не перебивается другими операциями. Например, если между чистовым и черновым обтачиванием вала, осуществляемым на одном и том же станке, производится правка вала на специальном прессе, то мы имеем две токарные операции.

Операция является единицей планирования производства (подсчета необходимого оборудования, рабочей силы и т. п.). На операцию выписываются рабочие наряды и другие документы.

Установка и позиция. В некоторых случаях операция может состоять из нескольких частей. Так, например, после обтачивания конца вала, обращенного к задней бабке, вал снимают со станка и снова устанавливают на станок обработанным концом к передней бабке. Перемена положения вала на станке сопровождается снятием и установкой хомутика. Каждое из этих положений называется установкой.

Установкой называется часть операции, выполняемая при каждом новом положении детали относительно станка, для которого необходимо новое закрепление детали.

Положение детали относительно станка изменяют иногда и без перемены ее закрепления. Пример такого случая — поворот детали с помощью делительного кольца на шпинделе или делительного патрона при нарезании на ней многозаходной резьбы. В таком случае операция состоит из нескольких позиций.

Позицией называется часть операции, выполняемая при каждом новом положении относительно станка, но при одном закреплении детали на протяжении всей операции.

Переход и проход. Частью операции, не разделенной на установки или позиции, а также частью установок или позиций является переход.

Переходом называется часть операции (установки или позиции), выполняемая над одним участком (или над определенной совокупностью участков поверхности детали) одним инструментом (или набором нескольких одновременно работающих инструментов) при одной настройке станка на режим резания (скорость резания, глубина резания и подача).

В качестве примера перехода, выполняемого над определенной совокупностью участков поверхности детали набором одновременно работающих инструментов, может служить одновременное обтачивание двух ступеней вала двумя резцами.

Если два или несколько смежных переходов одинаковы (или могут быть условно приняты за одинаковые), эту часть операции принимают соответствующей одному переходу, но состоящему из нескольких проходов. Это делается главным образом для упрощения записи в технологических документах, относящихся к данной операции. Например, если при обработке какой-либо шейки вала производится сначала обтачивание ее до диаметра 60 мм, а затем до диаметра 50 мм, то имеем не одну, а две обрабатываемые поверхности, т. е. два перехода. Если, однако, при этом ни резец, ни настройка станка на режим резания не изменяются, данную часть операции можно считать одним переходом, состоящим из двух *проходов*.

2. ДОКУМЕНТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Разработка технологического процесса. Технологический процесс, осуществляемый в цехах заводов, разрабатывается в общезаводских или цеховых технологических отделах. При этом технологический процесс документируется, т. е. записывается на бланках или картах, имеющих различное назначение.

Операционная карта. Такая карта является технологическим документом, используемым непосредственно на рабочем месте, и содержит все сведения, необходимые для выполнения данной операции. Операционные карты, применяемые на разных заводах, различны по своему внешнему виду, но сходны в основном по своему содержанию.

В настоящее время Государственным Комитетом стандартов ведется разработка единой системы технологической документации (ЕСТД), которая вводится как государственный стандарт с июля месяца 1974 г. Тогда формы карт на всех заводах страны будут едины.

В операционной карте приводятся данные о заготовке обрабатываемой детали и сведения о ее материале, необходимые при выборе режима резания. В рассматриваемой карте указывается, как, в каком порядке, при помощи каких приспособлений и инструментов (режущих и измерительных), а также при каких режимах резания должна быть выполнена данная операция. В карте приводятся указания о рациональных режимах резания для каждого перехода, иногда время, необходимое для его выполнения, и другие сведения, связанные с выполнением данной операции.

3. СОСТАВ ТЕХНИЧЕСКОЙ НОРМЫ ВРЕМЕНИ

Предварительные замечания. Производительность станка и труда токаря характеризуется количеством деталей, обрабатываемых на данном рабочем месте в единицу времени — час или смену. Она определяется также временем, необходимым для выполнения данной операции или, как говорят, технической нормой штучного времени.

Штучное время. В состав *штучного времени* $T_{шт}$ входят основное и вспомогательное время, время технического и организационного обслуживания рабочего места, а также перерывы, необходимые для естественных надобностей и на отдых при тяжелой физической работе.

Основным $T_{осп}$ называется время, на протяжении которого происходит резание, т. е. изменение формы и размеров детали. Оно может быть машинным, если вращение детали и подача инструмента осуществляется станком, машинно-ручным, — если вращение детали обеспечивается станком, а подача инструмента ручная и, наконец, ручным, например, при развертывании отверстия в невращающейся детали.

Вспомогательным $T_{всп}$ называется время, затрачиваемое на различные действия, обеспечивающие выполнение основной работы, т. е. на установку и снятие обрабатываемой детали, пуск и остановку станка, на перемещение инструмента, измерение детали и другие приемы, повторяющиеся при обработке каждой детали.

Сумма основного и вспомогательного времени образует *оперативное время* $T_{оп}$.

Время технического обслуживания рабочего места $T_{т.о}$ охватывает замену затупившегося инструмента, регулировку и очистку станка в процессе работы.

Время организационного обслуживания рабочего места $T_{о.о}$ — это время, расходуемое на раскладку и уборку инструмента в начале и в конце смены, а также на смазку и чистку станка.

Основное, вспомогательное и другие составляющие штучного времени выражаются обычно в минутах (мин).

Продолжительность основного и вспомогательного времени определяется по формулам и таблицам, приводимым в различных справочниках по нормированию работ на металлорежущих станках. Как к основному, так и к вспомогательному времени относятся приемы, которые предусматриваются заранее, вследствие чего эти составляющие штучного времени могут быть определены с точностью, достаточной во многих случаях практики.

Время на техническое и организационное обслуживание рабочего места и время на перерывы принято исчислять в процентах от оперативного времени.

Подготовительно-заключительное время. Для определения времени выполнения той или иной операции, по которому производится подсчет стоимости изготовления детали, к штучному времени необходимо прибавить часть так называемого подготовительно-заключительного времени, приходящегося на одну деталь.

Подготовительно-заключительным $T_{п-з}$ называется время, необходимое для изучения чертежа детали, операционной карты, получения и сдачи инструментов, требующихся для выполнения данной операции, наладки станка, сохраняющейся при обработке всей партии деталей.

Подготовительно-заключительное время, назначаемое по справочникам, относится ко всей партии деталей и не зависит от количества деталей в данной партии.

Калькуляционное время. Полное или калькуляционное время выполнения операции при обработке детали может быть определено по формуле

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \quad (18)$$

где T_k — калькуляционное время в мин; $T_{шт}$ — штучное время в мин; $T_{п-з}$ — подготовительно-заключительное время в мин; n — количество деталей в партии.

Из формулы (18) видно, что наибольшее влияние на калькуляционное время обычно оказывает штучное время и менее существенное, как правило, — подготовительно-заключительное.

Предположим, например, что штучное время данной операции при обработке партии 100 деталей составляет 25 мин, а подготовительно-заключительное время — 5 мин.

Калькуляционное время в данном случае составляет

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n} = 25 + \frac{5}{100} = 25,05 \text{ мин.}$$

При увеличении $T_{шт}$ на 5 мин калькуляционное время составит

$$T'_k = 30 + \frac{5}{100} = 30,05 \text{ мин.}$$

Если увеличить также на 5 мин подготовительно-заключительное время, то калькуляционное время будет равно

$$T_k = 25 + \frac{10}{100} = 25,1 \text{ мин.}$$

Чем меньше количество обрабатываемых деталей в партии, тем больше, разумеется, значение подготовительно-заключительного времени.

4. НЕОБХОДИМОСТЬ ОДНОВРЕМЕННОГО УМЕНЬШЕНИЯ ВСЕХ СОСТАВЛЯЮЩИХ НОРМЫ ВРЕМЕНИ

Необходимость одновременного уменьшения всех составляющих штучного времени. Штучное время может быть определено по формуле

$$T_{шт} = T_{осн} + T_{всп} + T_{т.о} + T_{о.о} + T_{п}, \quad (19)$$

где $T_{шт}$ — штучное время в мин; $T_{осн}$ — основное время в мин; $T_{всп}$ — вспомогательное время в мин; $T_{т.о}$ — время технического обслуживания рабочего места в мин; $T_{о.о}$ — время организационного обслуживания рабочего места в мин; $T_{п}$ — время на перерывы в мин.

Сумма основного и вспомогательного времени, т. е. оперативное время в условиях серийного производства, составляет обычно около 90% штучного времени. Поэтому для уменьшения штучного времени надо стремиться уменьшить оперативное время, не упуская возможности снижения времени, расходуемого на обслуживание рабочего места. Добиваясь снижения оперативного времени, необходимо всеми доступными токарю способами уменьшать и основное, и вспомогательное время.

В самом деле, повышая скорость резания или увеличивая подачу, мы уменьшаем лишь одну составляющую оперативного времени, а именно основное время. Поэтому даже существенное уменьшение основного времени иногда незначительно отражается на оперативном, а следовательно, и на штучном времени.

Предположим, например, что оперативное время на выполнение данной операции составляет 150 мин, в том числе 100 мин, т. е. около 67%, основного времени и 50 мин, т. е. около 33%, вспомогательного. Предположим далее, что повышением скорости резания и увеличением подачи удалось уменьшить основное время в пять раз, т. е. довести его до 20 мин. Оперативное время после этого, если вспомогательное время не изменилось, составит $20 + 50 = 70$ мин. Таким образом, уменьшение основного времени в пять раз снизило оперативное время примерно лишь в $\frac{150}{70} = 2,2$ раза.

Но дело не только в том, что при рассмотренных условиях уменьшение оперативного времени, а следовательно, и повышение производительности получились значительно меньше ожидаемых, а и в том, что после повышения скорости резания ухудшилось соотношение основного и вспомогательного времени. Действительно, как указано выше, после повышения скорости резания основное время составило 20 мин, т. е. 27% от оперативного (70 мин), а вспомогательное — 73% от того же времени. Это значит, что при повышении скорости резания доля основного времени в оперативном уменьшилась с 67 до 27%, а доля вспомогательного возросла с 33 до 73% т. е. ухудшилось использование станка за счет увеличения физической нагрузки токаря, что, очевидно, недопустимо.

Это, конечно, не означает, что уменьшение только основного времени нецелесообразно. Как правило, следует использовать все доступные токарю возможности уменьшения основного времени и одновременно с этим осуществлять прогрессивные способы снижения вспомогательного времени.

Необходимость и способы уменьшения подготовительно-заключительного времени. Несмотря на сравнительно небольшое удельное место, занимаемое в калькуляционном времени подготовительно-заключительным временем, токарь должен добиваться его уменьшения. Это условие приобретает большое значение при сравнительно небольшом штучном времени, сложной подготовке станка, в особенности при небольшой партии деталей.

Одним из главных способов уменьшения подготовительно-заключительного времени является специализация рабочих мест, т. е. закрепление за каждым станком группы определенных деталей. Действительно, в этом случае отпадает необходимость изучения токарем чертежа и операционной карты перед обработкой каждой партии деталей; уменьшается время на наладку станка за счет использования опыта, приобретенного при предшествующих наладках для данной обработки детали; появляется возможность использования общей оснастки для обработки группы деталей, за счет чего отпадает время на переустановку патронов, люнетов и т. п.

Глава II

СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ОСНОВНОГО ВРЕМЕНИ

1. ПОВЫШЕНИЕ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ

Точение с высокими скоростями. Резание металлов на больших скоростях (скоростное резание), возникшее в СССР, к настоящему времени получило теоретическое обоснование и широко применяется на металлорежущих станках. Это достигнуто объединенными усилиями ученых, инженеров-производственников (А. В. Кривоухова, А. И. Исаева, П. П. Грудова и др.) и токарей-новаторов (Г. С. Борткевича, П. Б. Быкова, В. М. Бирюкова, В. Н. Трутнева, В. Я. Карасева, В. К. Семинского, Д. И. Рыжкова, В. А. Колесова и многих других).

Сущность этого способа обработки металлов заключается в том, что с повышением скорости резания уменьшается степень деформации металла в процессе стружкообразования, что подтверждается, в частности, уменьшением усадки стружки и силы резания при скоростном точении. Уменьшение деформации в отдельных частицах стружки обуславливает уменьшение количества теплоты, образующейся в процессе резания в каждой частице. Кроме того, каждая частица стружки при высокой скорости резания соприкасается с передней поверхностью резца в течение меньшего времени, чем при сравнительно низкой скорости. Благодаря этому при скоростном точении из каждой отдельной частицы стружки в резец поступает меньше теплоты, чем при низкой скорости резания.

При увеличении скорости резания уменьшается и количество теплоты, переходящей из стружки в обрабатываемую деталь. Опытами хорошо подтверждается, что при высоких скоростях резания обработанная поверхность нагревается лишь незначительно.

Таким образом, при высокой скорости резания распределение образовавшейся теплоты благоприятнее, чем при умеренных скоростях; в стружке, получившейся при высокой скорости резания, остается теплоты больше, чем при низкой скорости.

Несмотря на положительное значение повышения скорости резания, условия работы режущей кромки резца при скоростном резании тяжелее, чем при менее высоких скоростях. Хотя количество теплоты, поступающей в резец из каждой частицы стружки, при

скоростном резании меньше, чем при умеренных скоростях резания, общее количество теплоты, которое поступит в резец за одно и то же время его работы, будет больше при высокой скорости резания, чем при низкой. Это объясняется тем, что в первом случае резец получит теплоту из большего количества частиц стружки, чем за такое же время при невысокой скорости.

В результате при скоростном резании резец нагревается значительно больше, чем при работе с умеренной скоростью резания. Поэтому развитие скоростного резания обусловило необходимость дальнейшего повышения прочности и стойкости твердосплавных резцов.

Одним из мероприятий, направленных к достижению этой цели, явилось улучшение качества твердых сплавов, что и было осуществлено (см. стр. 24 и табл. 9 и 26).

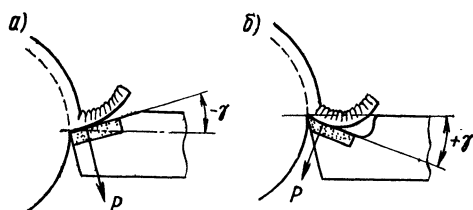


Рис. 214. Давление стружки на резец при отрицательном (а) и положительном (б) передних углах

Другим способом повышения прочности и стойкости твердосплавных резцов является применение отрицательного переднего угла резца. Режущая способность твердосплавных резцов с положительным углом ограничивается склонностью твердосплавных пластинок к выкрашиванию.

Это выкрашивание особенно заметно при обтачивании очень твердых или закаленных сталей и при работе с ударной нагрузкой (прерывистое точение, точение с неравномерным припуском и т. д.).

При отрицательном переднем угле выкрашивания пластинки, как правило, не происходит, что объясняется следующими факторами:

1) при точении резцами с отрицательным передним углом ($-\gamma$) направление действующей силы P обуславливает сжатие (рис. 214, а) и обеспечивает более благоприятные условия работы пластинки твердого сплава в сравнении с условиями работы резца с положительным ($+\gamma$) передним углом (рис. 214, б);

2) при отрицательном переднем угле и положительном угле наклона режущей кромки (угле λ) вершина резца предохранена от ударов при обтачивании прерывистых поверхностей.

Все сказанное выше относится главным образом к обработке стали. Резание чугуна и цветных металлов требует значительно меньших затрат; преимущества отрицательных углов в данном случае сказываются слабее. Вследствие этого при обработке указанных материалов резцы с отрицательными передними углами применяются реже.

Наряду с достоинствами резцы с отрицательным передним углом имеют ряд существенных недостатков.

1. При точении резцами с отрицательным передним углом возрастает сила трения стружки о резец, вследствие чего увеличивается и потребная мощность. Поэтому при работе на недостаточно мощных станках приходится уменьшать скорость резания или подачу, а вместе с тем и производительность.

2. При работе рассматриваемыми резцами возрастает радиальная сила P_y , что приводит к искажению формы обрабатываемой детали (при ее недостаточной жесткости), вибрациям и т. д.

Ввиду этого резцы с отрицательным передним углом применяются лишь для обработки стали с повышенной и высокой прочностью ($\sigma_b = 80 \text{ кгс/мм}^2$ и больше), при резании с ударной нагрузкой и при обработке заготовок с очень твердым поверхностным слоем. В последнее время стремятся и в таких случаях пользоваться резцами с положительным передним углом.

Точение с большими подачами (силовое резание). Возможность повышения производительности обычного токарного станка за счет увеличения скорости резания часто ограничивается недостатком большим предельным числом оборотов шпинделя. Повышение производительности станка путем увеличения подачи при обтачивании проходными резцами с обычной геометрией также не удастся.

В этом случае шероховатость поверхности настолько возрастает, что часто оказывается необходимым последующее чистовое обтачивание детали с небольшой подачей; это сводит на нет повышение производительности, достигнутое работой с большой подачей при черновом обтачивании.

Повышение производительности при чистовом обтачивании посредством использования широкого резца (стр. 133), установленного таким образом, что режущая кромка его параллельна направлению подачи, иногда весьма существенно. Но такие резцы могут работать без вибраций лишь при весьма малых глубинах резания, что исключает возможность применения этого способа обработки при сравнительно больших припусках на чистовое обтачивание.

Токарь-новатор Средневожского станкостроительного завода В. А. Колесов предложил совмещать черновое и чистовое обтачивание в одном переходе, используя при этом специальный комбинированный резец¹. Этот способ получил широкое распространение и известность как способ силового резания.

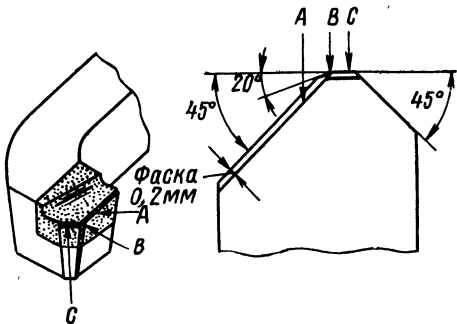


Рис. 215. Общий вид резца конструкции В. А. Колесова

¹ Резец с вспомогательным углом в плане $\phi_1 = 0^\circ$. Предварительные данные, выбор подачи и скорости резания см. стр. 116, а также табл. 16, 17, 20 и 21.

Резец такой конструкции имеет три режущие кромки (рис. 215).

Первая режущая кромка *A* с углом в плане 45° выполняет работу обычного проходного резца; вторая режущая кромка *B* с углом в плане 20° является переходной; третья *C* с углом в плане 0° , т. е. параллельная направлению подачи, выполняет задачу чистового резца, применяемого при больших подачах.

Рекомендуемые углы заточки и длина дополнительной режущей кромки приведены в табл. 38.

Таблица 38

Геометрические параметры резца В. А. Колесова

Обрабатываемый материал			Сечение среза в мм ²	Углы в град				Длина дополни- тельной режу- щей кромки <i>l</i> в мм (<i>s</i> — подача в мм/об)
Название	Механические свойства							
	σ_B в кгс/мм ²	<i>HВ</i>		γ	α	φ	λ	
Сталь	До 70	—	До 7	7	10	45	—7	(1,2 ÷ 1,8) <i>s</i>
	Свыше 70	—		3,5	8	45	—3,5	
Чугун	—	До 220		5	8	45	—5	
Сталь	До 70	—	Свыше 7	5	8	45	0	1,2 <i>s</i>
	Свыше 70	—		3,5	6	45	+3,5	
Чугун	—	До 220		7	6	45	0	
Сталь	—	—	Для всех размеров среза (при $\varphi = 90^\circ$)	5	8	90	0	(1,2 ÷ 1,8) <i>s</i>
Чугун	—	До 220		3	8	90	0	

Этими резцами можно обрабатывать детали даже при сравнительно больших глубине резания и подаче, получая шероховатость обработанной поверхности по 4—5-му классам чистоты. Колесов обрабатывал пиноли задней бабки токарного станка при скорости резания 150 м/мин, глубине резания 1,7—2 мм и подаче 2,7 мм/об вместо применявшейся ранее подачи 0,3—0,5 мм/об. Машинное время обработки было снижено при этом почти в 10 раз.

Наиболее значительным фактором резкого повышения производительности при силовом резании является совмещение чернового и чистового переходов при одновременном увеличении подачи.

Практика применения таких резцов показала, что они обладают повышенной по сравнению с обычными резцами стойкостью. Это объясняется тем, что при обработке одной и той же детали длина пути, проходимого таким резцом по поверхности детали, меньше пути, который проходит обыкновенный резец, во столько же раз, во сколько подача больше, чем при обыкновенном резце.

Стружколомание при точении. При точении стали твердосплавными резцами с высокой скоростью резания особое значение имеет измельчение стружки, обеспечивающее удобство и безопасность обслуживания станка.

Универсального средства для измельчения стружки пока не существует, поэтому каждый из рассматриваемых способов решения этой задачи имеет более или менее ограниченное применение.

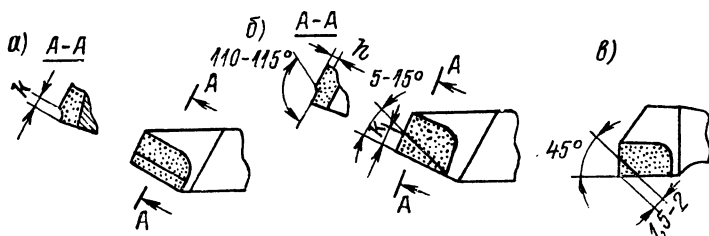


Рис. 216. Резцы с канавками для ломания стружки

Ломание стружки может быть достигнуто увеличением глубины резания или подачи. В том и в другом случаях стружка становится более ломкой. Но увеличение глубины резания ограничивается припуском на обработку, а увеличение подачи — мощностью станка, прочностью механизма подачи и жесткостью системы СПИД, а иногда и заданной шероховатостью.

Для дробления стружки на передней поверхности резца иногда делается уступ, расположенный параллельно режущей кромке (рис. 216, а) или под углом 5—15° к ней (рис. 216, б), с расшире-

Таблица 39

Ширина уступа в зависимости от глубины резания и подачи

Глубина резания в мм	Ширина уступа в мм при подаче в мм/об					
	0,15—0,30	0,32—0,40	0,45—0,60	0,60—0,70	0,71—0,80	0,81—1,0
0,4—1,4	1,6	2,0	2,4	2,8	3,0—3,2	3,0—3,2
1,5—6,5	1,6—2,5	3,0—3,5	4,0	4,0—4,8	4,8	5,0
7,0—13,0	3,0—3,2	4,0	4,8—5,0	4,8—5,5	4,8—5,6	6,0
14,0—20,0	4,0	4,8—5,0	4,8—5,5	5,6—6,0	5,8—6,4	7,0

нием уступа к вершине резца. Стружка, снимаемая при такой форме уступа, ломается короткими кусками в виде завитков. Угол уступа рекомендуется делать в пределах 110—115°. Размер h — высота уступа принимается в зависимости от глубины резания и подачи в пределах 0,6—1,5 мм. Размер k — ширина уступа в зависимости от тех же факторов выбирается по табл. 39.

При точении с глубиной резания меньше 2 мм можно применять уступ, показанный на рис. 223, в.

Необходимость создания уступов разных размеров при работе на разных режимах резания делает этот способ пригодным лишь при обработке деталей очень большими партиями.

Более широкое применение находят напаянные или приваренные стружколомые (порожки) в виде пластинок напаянных (рис. 217, а) или приваренных (рис. 217, б) к резцу на расстоянии k от режущей кромки. Это расстояние по некоторым данным колеблется в пределах 4—8 мм и выбирается в зависимости от подачи и глубины резания. Угол B также зависит от подачи и принимается в пределах 105° — 115° . Чем меньше подача, тем меньше должен быть этот угол.

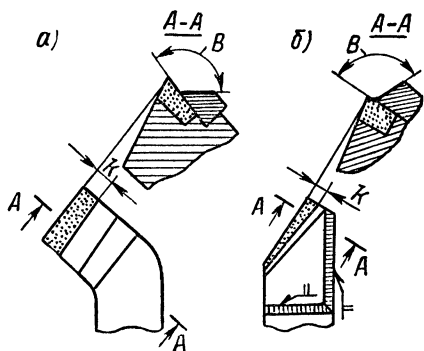


Рис. 217. Напаянный и наварной стружколоматели

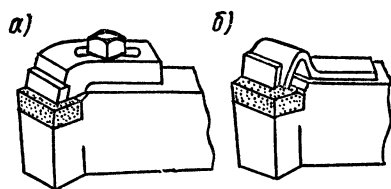


Рис. 218. Накладные стружколоматели

Материал пластинки для ломания стружки — сталь марок 5ХНМ, 40Х, У10, любая сталь, наплавленная сормайтотом, или твердый сплав ВК8.

Эти стружколомые имеют в основном те же недостатки, что и стружколомающие уступы.

Стружколоматель, закрепляемый на резце, показан на рис. 218, а, а накладной (пружинный) — на рис. 218, б. Закрепление накладного стружколомателя осуществляется одновременно с закреплением резца.

Возможность регулирования положения таких стружколомателей с учетом режима резания и свойств обрабатываемого материала, а также по мере износа резца сообщает им некоторую универсальность. Рабочая поверхность стружколомателей должна быть износоустойчивой за счет приваренной или напаянной пластинки. Необходимо, чтобы между стружколомателем и передней поверхностью резца не было щели, наличие которой приводит к затормаживанию и завиванию вокруг резца, резцедержателя и т. д., что создает опасность для рабочего. Вероятность такой щели особенно велика при наклонном стружколомателе.

Существуют и более сложные устройства для ломания стружки, рассматриваемые в специальной литературе.

2. ПРИМЕНЕНИЕ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ РЕЗЦОВ

Предварительные замечания. Одновременно со стандартными резцами, рассмотренными во второй части книги, при точении широко применяются резцы разных типов, предложенные токарями-новаторами. Ниже приводится описание некоторых из этих резцов.

Улучшенные проходные резцы. Для обработки весьма твердых сталей высокую стойкость имеет резец конструкции токаря-новатора В. Н. Трутнева, показанный на рис. 219. Резец имеет отрицательный передний угол ($\gamma = -10^\circ$) и положительный угол наклона главной режущей кромки ($\lambda = +12^\circ$). При отношении глубины резания к подаче менее 10 такая заточка резца обеспечивает одновременно стружколомание.

Увеличение подачи и особенно скорости резания в ряде случаев сопровождается появлением вибраций. Для устранения их токарь-новатор К. В. Лакур предложил проходной резец (рис. 220). Повышенная виброустойчивость рассматриваемого резца достигается тем, что главная режущая кромка его расположена в одной плоскости с нейтральной осью стержня резца.

Безопасный отвод стружки при подачах более 1,5 мм/об и глубине резания 10—12 мм и увеличенную по сравнению со стандартными резцами в 1,5—2 раза стойкость обеспечивает резец токаря-новатора Ново-Краматорского завода Меркулова (рис. 221). Резец имеет двойной угол наклона режущей кромки. Ширина отрицательной фаски (сечение $B-B$) у вершины выбирается так, чтобы гребень, образованный пересечением ее с фаской на главной режущей кромке, находился на расстоянии $(1,5 \div 1,8) t$ от вершины резца.

Повышенную прочность вершины резца, хорошее дробление стружки и повышенную стойкость обеспечивают резцы токаря-новатора Одесского завода радиально-сверлильных станков Г. С. Небезенко (Министерство станкостроительной и инструментальной промышленности). Эти резцы (рис. 222) имеют упрочняющие фаски $\gamma_{\phi} = -5^\circ$ как вдоль главной, так и вдоль вспомогательной режущей кромок. Их применение особенно эффективно при наличии жесткой системы СПИД.

Резцы токаря-новатора завода «Красный пролетарий» В. Ф. Шумилина (рис. 223) применяются на высоких скоростях обработки стали как для черновой, так и для получистовой и чистовой обработки. В табл. 40 приводятся геометрические параметры резцов, в зависимости от вида обработки.

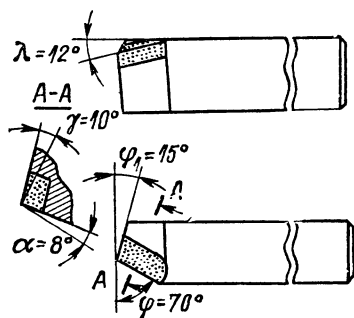


Рис. 219. Проходной резец для обработки весьма твердых и закаленных сталей

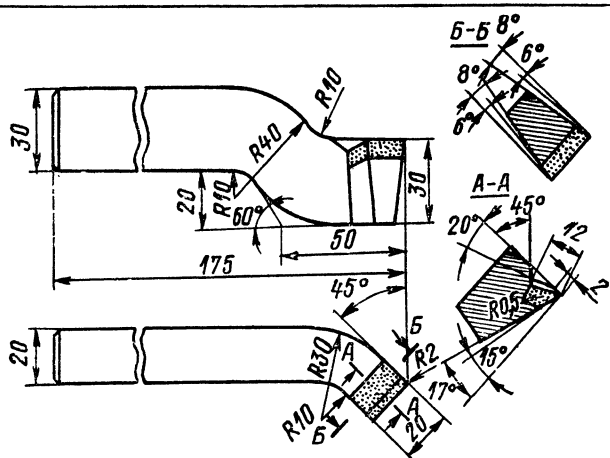


Рис. 220. Проходной резец повышенной виброустойчивости

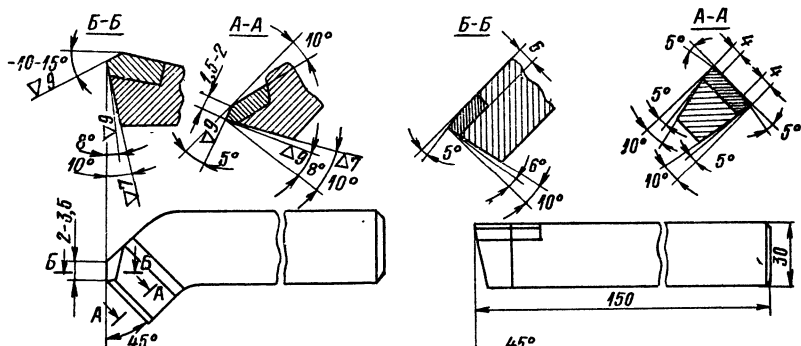


Рис. 221. Резец токаря-новатора Меркулова

Рис. 222. Резец токаря-новатора Г. С. Небезенко

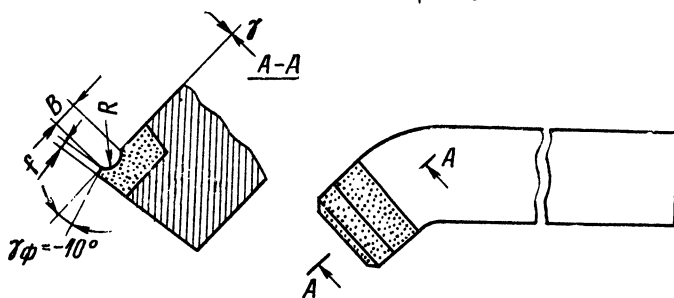


Рис. 223. Резец токаря-новатора В. Ф. Шумилина.

Геометрические параметры резца В. Ф. Шумилина

Марка твердого сплава	Виды обработки	Подача в мм/об	Геометрические параметры лунки			
			γ в град	R в мм	B в мм	f в мм
Т5К10 Т14К8	Черновая и получистовая	0,35—0,6	6	6	2,5 ^{+0,5}	0,3
		0,6—1,2	6	10	4,0 ^{+1,0}	0,6
Т15К6	Получистовая и чистовая	0,2—0,35	6	3,5	1,5 ^{+0,5}	0,2
		0,35—0,6	6	6,0	2,5 ^{+0,5}	0,3
Т30К4	Чистовая	0,2—0,35	0	3,5	2,0 ^{+0,5}	0,2

Упорные резцы. Один из первых высокопроизводительных резцов, появившихся при возникновении скоростного точения, предложен токарем-новатором Г. С. Борткевичем (рис. 224). Передний угол этого резца, равный $8-10^\circ$, получается фрезерованием под соответствующим углом наклона опорной площадки гнезда для пластины. По передней поверхности резца затачивается фаска шириной

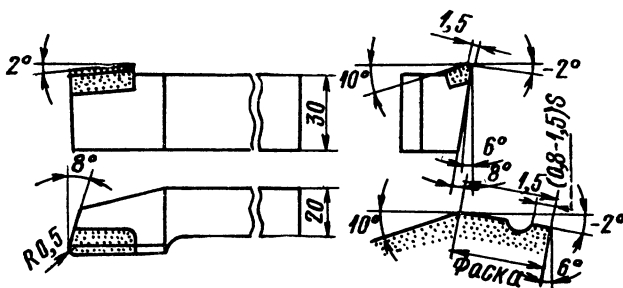


Рис. 224. Упорный подрезной резец конструкции Г. С. Борткевича

1,5 мм с отрицательным углом, равным -2° . Угол наклона главной режущей кромки положительный и равен 2° . Вершина резца закруглена радиусом 0,5 мм. Вспомогательный угол в плане равен 8° . Задние углы (главный и вспомогательный) двойные, а именно 6 и 8° .

При работе такого резца на фаске его появляется лунка, образующая ленточку, ширина которой в процессе работы постепенно уменьшается. Наибольшая стойкость резца получается при ширине ленточки, равной $(0,8 \div 1,5) s$, где s — подача в мм/об. Как только ширина ленточки становится меньше $0,8s$, дальнейшее уменьшение ее ширины происходит быстро, и резец затупляется. Во избежание

этого ширину ленточки восстанавливают оселком (зеленый карбид кремния мелкой зернистости), не снимая резца, причем оселок плотно прижимают к фаске. Этим обеспечивается сохранение величины угла -2° , полученного при заточке резца.

Круглые вращающиеся резцы. В последние годы в качестве проходных стали применяться круглые чашечные самовращающиеся твердосплавные резцы (рис. 225), обеспечивающие при точении стальных деталей со скоростью резания 300—400 м/мин при подаче 0,5—1,0 мм/об и глубине резания 0,2—1 мм шероховатость поверхности в пределах $\nabla 5 - \nabla 7$, значительно превышая стойкость по сравнению с обычными резцами. Хорошие результаты эти резцы показали также при полустойковой обработке чугуна и цветных сплавов.

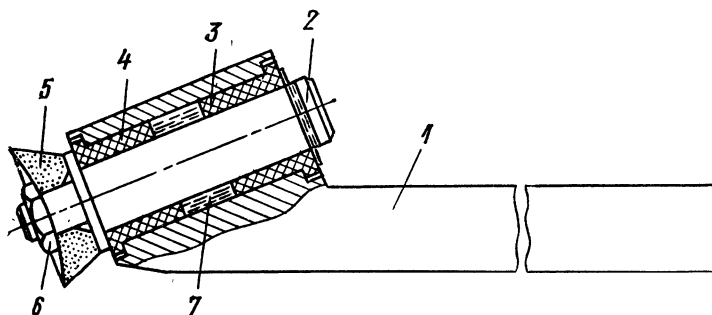


Рис. 225. Круглый чашечный самовращающийся резец

Чашечный резец 5 (рис. 225) закреплен на валике 2 гайкой 6. Валик 2 вращается в двух железографитовых подшипниках 3 и 4, запрессованных в головку державки 1 и питающихся смазкой из кольцевой полости 7.¹

Резцы с неперетачиваемыми твердосплавными пластинками. В последние годы широкое применение находят резцы с механическим креплением многогранных неперетачиваемых твердосплавных пластинок. Пластины 1, имеющие трехгранную (рис. 226, а), четырехгранную (рис. 226, б, в, г) или шестигранную (рис. 226, д, е) форму, крепятся в державке резца 5, как это показано на рис. 226, ж (сечение А—А рис. 226. б). Пластина 1 центрируется штифтом 2, запрессованным в державку. Крепление пластины осуществляется клинообразной планкой 3 при завинчивании болта 4, прижимающей пластинку к штифту 2. Пластины имеют выкружки А вдоль всех режущих кромок, получаемые при изготовлении (прессовании) пластинок. Это обеспечивает положительный передний угол резца, удовлетворительное завивание стружки и хороший отвод ее.

Заточка и доводка пластинок производятся только по фаскам (вдоль режущих кромок, по верхнему торцу). После затупления

¹ Более подробные сведения см. в работе [4].

(или выкрашивания) поочередно всех режущих кромок пластинка не перетачивается, а возвращается для переработки на завод-изготовитель. Задний угол α образуется за счет наклонного положения пластинки в державке. Надежность в работе, удобство обслуживания, долговечность державок и простота восстановления в случае повреждения при разрушении пластинки — все это создало рассматриваемым резцам условия для широкого использования, особенно при получистовой и чистовой обработке.

Восстановление державок производится наплавкой металла на поврежденную опорную поверхность с последующей ее шлифовкой. Токарем-новатором В. Н. Трутневым предложено уста-

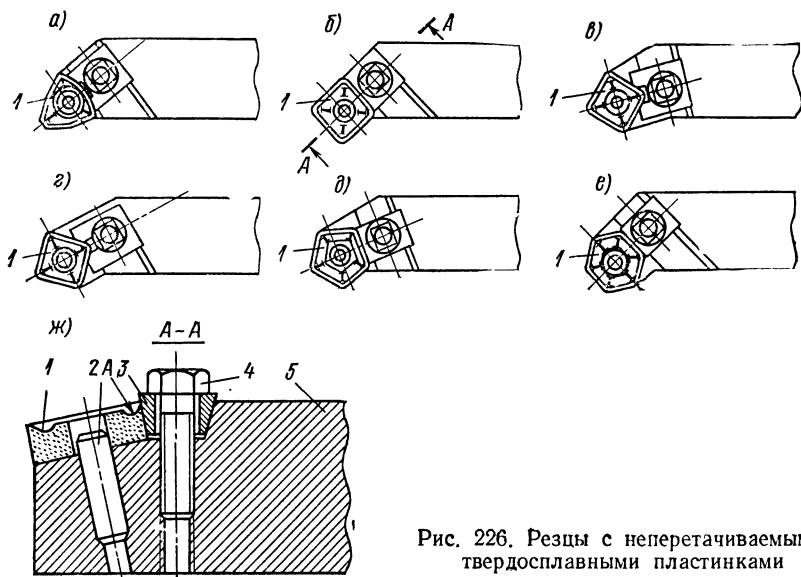


Рис. 226. Резцы с неперетачиваемыми твердосплавными пластинками

навливать в державке под рабочей пластинкой опорную твердосплавную пластинку. Срок службы державок в этом случае еще увеличивается.

Расточные резцы. Расточный резец конструктора-новатора В.К.Семинского показан на рис. 227. У этого резца часть стержня резца (длиной 120 мм), закрепляемая в резцедержателе, повернута относительно остальной (рабочей) части на угол 45° . Благодаря этому рабочая часть резца, имеющая квадратное сечение, расположена так, что жесткость резца получается значительно больше, чем при обычном круглом сечении этой части. Это дает возможность существенно повысить режим резания при растачивании отверстий. Изготовление такого резца проще, чем обычного оттянутого.

Расточный резец повышенной виброустойчивости, предложенный токарем-новатором К. В. Лакуром, показан на рис. 228. Преиму-

шества его те же, что у резца, приведенного на рис. 220. Кроме того, в этом случае представляется возможность значительного усиления сечения державки, поскольку вершина резца находится в горизонтальной плоскости, проходящей через ось резца. Конструкция такого резца внесена в ГОСТ (см. рис. 121, в и г).

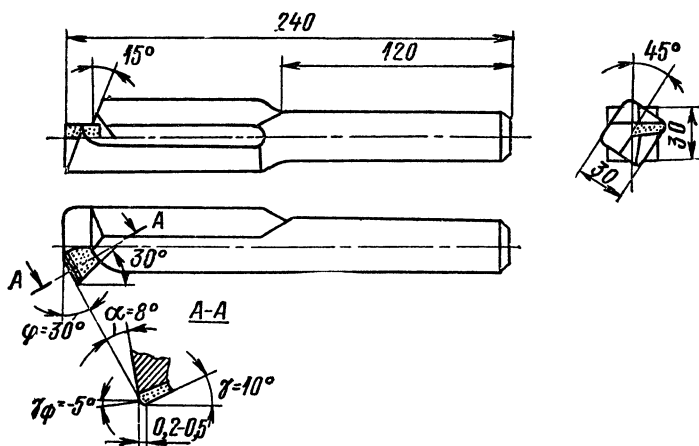


Рис. 227. Расточный резец конструкции В. К. Семинского

На рис. 229 показан расточный цельнотвердосплавный резец типа «улитка», предложенный токарем-новатором В. С. Павловым. Такие резцы предназначены для высокопроизводительной расточки отверстий высокой точности (3, 2-го и даже 1-го классов) с обеспе-

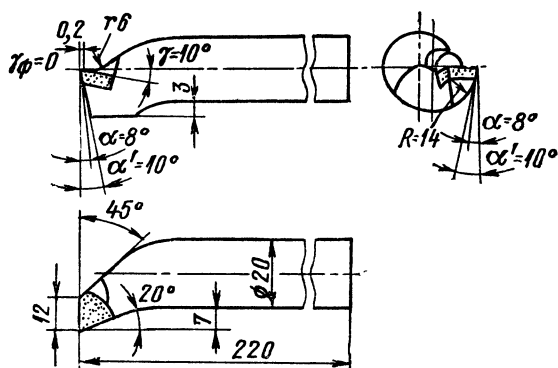


Рис. 228. Расточный резец конструкции К. В. Лакура

чением шероховатости до 8—9-го классов чистоты. Резцы изготавливаются для обработки как сквозных, так и глухих отверстий. Они отличаются высокой стойкостью, способностью выдерживать большое число переточек, а следовательно, имеют очень большую сум-

марную стойкость. Переточка их производится по передней поверхности. Такие резцы могут изготавливаться и быстрорежущими.

Резьбовые резцы. Новатор В. М. Бирюков предложил производить нарезание треугольной резьбы с шагом до 3 мм одним резцом (рис. 230), а с шагом 3,5—6 мм двумя резцами. Предварительное нарезание выполняется резцом, показанным на рис. 231, а окончательное — резцом, изображенным на рис. 230.

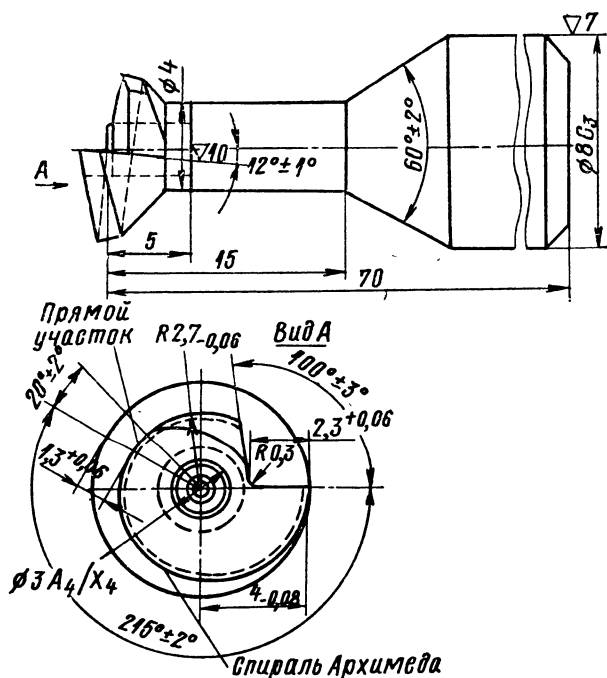


Рис. 229. Резец-«улитка» конструкции токаря-новатора В. С. Павлова

Особенностью этих резцов является то, что головка резца отогнута влево (для нарезания правой резьбы) от стержня его, причем вершина резца лежит в плоскости, совпадающей с левой боковой стороной стержня резца. Отогнутая головка резца под действием сил резания подвергается, по-видимому, некоторому упругому скручиванию, вследствие чего резец несколько пружинит, что обеспечивает высокую степень чистоты поверхности нарезаемой резьбы. Кроме того, солидные размеры головки резца создают лучший отвод теплоты резания и значительно уменьшают возможность отпайки пластинки из-за ее перегрева.

Резцы оснащены пластинками из твердого сплава марки Т15К6.

Угол профиля резца (рис. 230) должен быть меньше угла профиля нарезаемой резьбы на 1°, чтобы устранить разваливание резьбы,

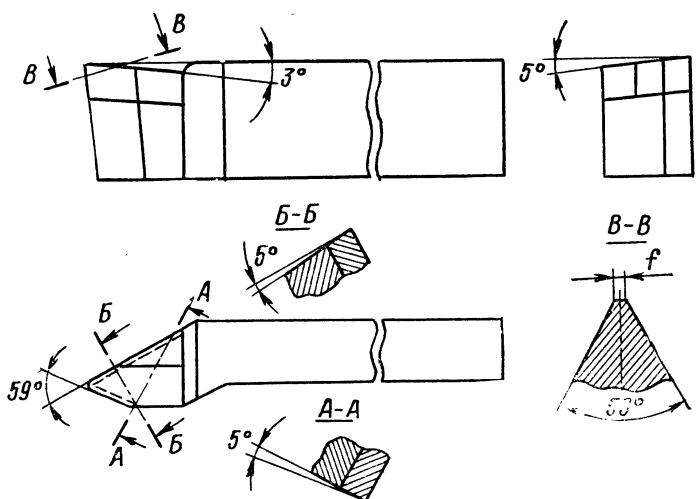


Рис. 230. Резьбовый резец конструкции В. М. Бирюкова

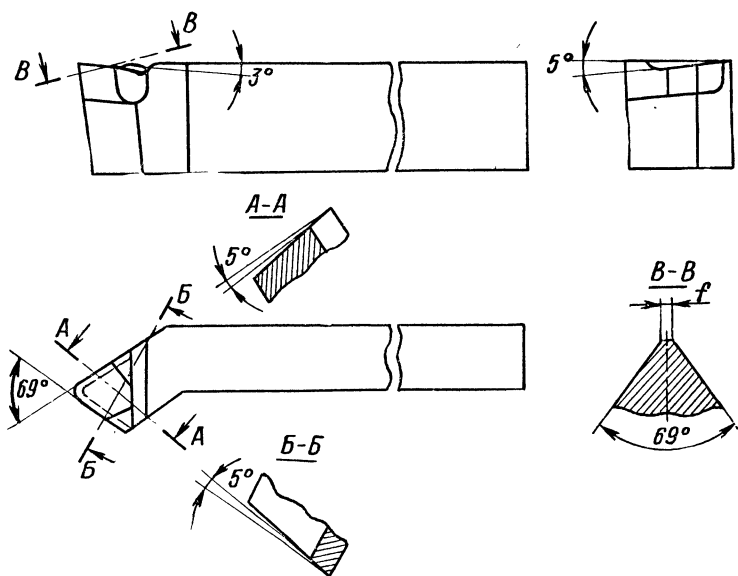


Рис. 231. Резьбовый резец конструкции В. М. Бирюкова для предварительного нарезания резьбы

получающееся при скоростном нарезании. Таким образом, резец для нарезания метрической резьбы должен иметь угол, равный 59° . У резцов, используемых для предварительного нарезания резьбы (рис. 231), угол профиля рекомендуется брать равным (для метрической резьбы) 69° , что увеличивает прочность резца и его теплоотводящую способность.

Ширина притупления рассматриваемых резцов (размер f , рис. 230 и 231) выбирается в зависимости от шага резьбы, для нарезания которой предназначается данный резец:

Шаг резьбы в мм	1—1,75	2—3	3,5—4,5	5—6
Ширина притупления в мм . . .	0,037	0,145	0,255	0,365

Если какой-либо из резцов конструкции Бирюкова применяется для нарезания резьбы на вязких металлах, то на вершине его должна быть фаска с отрицательным передним углом шириной не более 1 мм. Резец для нарезания резьбы на особо твердых металлах должен иметь фаску с углом -5° по всему профилю резца.

При нарезании резьбы резец необходимо установить так, чтобы его вершина была на 0,5—1 мм выше центральной линии станка, что способствует уменьшению вибрации. Вылет резца должен быть возможно меньшим, а опорная поверхность возможно более гладкой, что также важно для предотвращения вибрации. Врезание резца в материал детали должно происходить при полном числе оборотов ее, для чего следует при каждом проходе отводить резец в сторону задней бабки на 10—15 шагов нарезаемой резьбы. Нарезание резьбы по способу Бирюкова производится, как правило, без охлаждения.

Подача резца как при черновом, так и при чистовом нарезании резьбы осуществляется в поперечном направлении. Величина поперечного перемещения резца при черновых проходах принимается равной 0,5—1 мм. Черновые проходы производятся до заострения витков резьбы. Два-три первых чистовых прохода осуществляются при поперечной подаче резца, равной 0,3 мм; остальные чистовые проходы, необходимые для получения требуемого размера резьбы, — при подаче резца 0,2 мм.

3. РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ

Предварительные замечания. Усовершенствование технологического процесса обработки детали, осуществляемое токарями-новаторами, очень часто способствует уменьшению основного времени. Примеры этого способа повышения производительности рассматриваются ниже.

Уменьшение длины прохода режущего инструмента. На рис. 232 показаны четыре способа токарной обработки конца ступенчатого вала. Цифры указывают порядковые номера переходов при обработке вала; заштрихованные площадки — слои металла, снимаемые при соответственных переходах; сплошные линии со стрелками

условно изображают рабочие перемещения резца, штриховые линии — холостые движения резца.

Учитывая, что у подобных валов перепады диаметров ступеней обычно небольшие, можно считать, что обработка всех ступеней производится при постоянном числе оборотов шпинделя станка и одной и той же подаче на оборот. Это значит, что продолжительность обработки данной части вала пропорциональна подаче резца в минуту или, иначе говоря, полной длине прохода резца.

Наибольшая длина рабочего хода, равная 800 мм, получается при последовательности обработки вала, указанной на рис. 232, а.

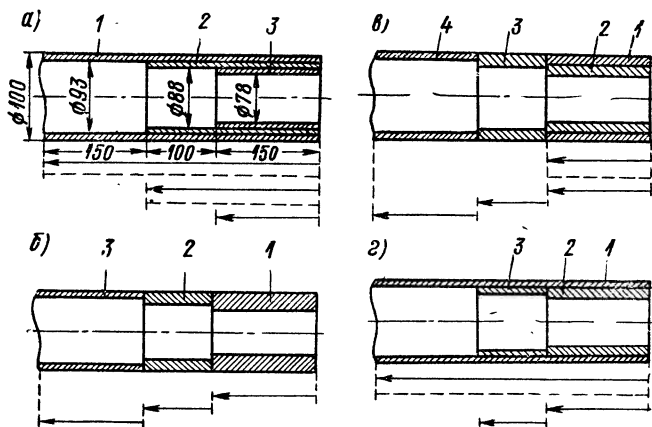


Рис. 232. Варианты последовательности обработки ступенчатого вала

При работе по рис. 232, б каждая ступень обрабатывается отдельно, и общая длина прохода резца составляет лишь 400 мм. При малом диаметре концевой шейки обтачивание ее приходится иногда выполнять в два прохода (рис. 232, в). Длина прохода резца при этом равна 550 мм. Возможен способ (рис. 232, г), при котором длина прохода равна 650 мм и др.

Наименьшая общая длина прохода резца, а поэтому и продолжительность обработки вала получаются, очевидно, при последовательности работы, показанной на рис. 232, б. Второе место с этой точки зрения занимает последовательность обработки вала, изображенная на рис. 232, в.

Эти два способа следует применять, как правило, при обработке ступенчатого вала.

Если обработка вала производится на станке малой мощности, то наиболее приемлемым часто оказывается порядок, показанный на рис. 232, г. Например, при диаметре заготовки и ступеней вала, приведенных на рис. 232, а, глубины резания на всех ступенях вала получаются сравнительно небольшими.

В ряде случаев уменьшение машинного времени может быть достигнуто исключением черновой обработки некоторых поверхностей детали за счет увеличения припуска на чистовую обработку этой ступени.

Совмещение переходов. Пример этого способа показан на рис. 233. В державке 3, установленной в резцовой головке 5, закреплены резцы 1 и 2, один из них обрабатывает торец А, другой — торец В детали. Резец 4 подрезает поверхность С и вытачивает канавку для выхода шлифовального круга при обработке поверхности D.

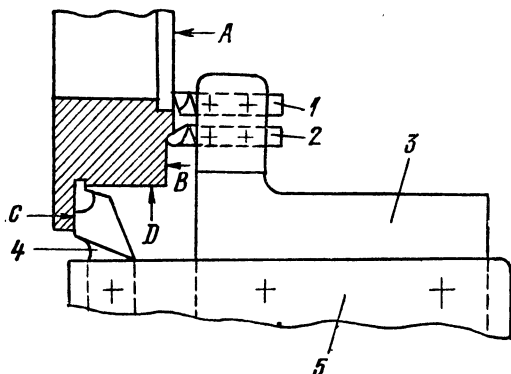


Рис. 233. Пример совмещения переходов

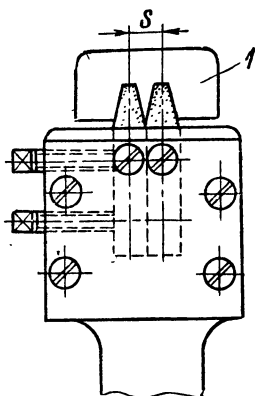


Рис. 234. Нарезание двухзаходной резьбы одновременно двумя резцами

Нарезание многозаходной резьбы может быть значительно ускорено, если вместо последовательного образования заходов, рассмотренного выше, использовать многорезцовую державку. Двухрезцовая державка для нарезания двухзаходной резьбы показана на рис. 234. Резцы устанавливаются в державке по шаблону 1. Расстояние S между осями резцов должно быть равно шагу нарезаемой резьбы. В данном случае, очевидно, образуются одновременно обе винтовые канавки, поскольку подача выбирается равной ходу резьбы.

4. ПОВЫШЕНИЕ ЖЕСТКОСТИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛИ

Повышение жесткости закрепления детали путем уменьшения ее вылета. На рис. 235, а, б показаны два различных способа закрепления одной и той же детали в одном и том же патроне. Длина L свешивающейся части (вылет) детали на рис. 235, а значительно меньше, чем на рис. 235, б. Очевидно, что обработка торца А детали может быть выполнена с большей подачей, если деталь закреплена правильно (рис. 235, а). Если припуски на обработку торца А детали большие, то при закреплении ее по рис. 235, б потребуются несколько проходов резца. При тех же условиях, но при закреплении

детали по рис. 235, а обработка ее торца обычно может быть выполнена с одного прохода. Очевидно, что при увеличении подачи и уменьшении числа проходов уменьшается основное время обработки данной детали.

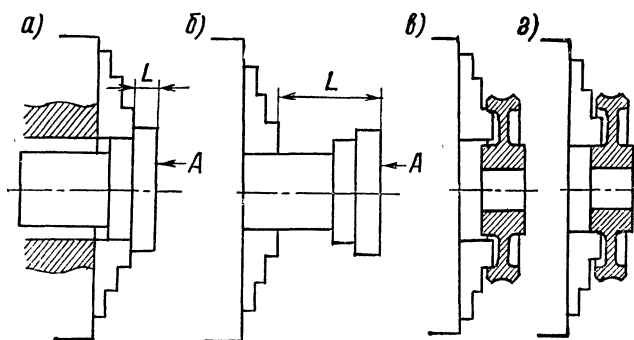


Рис. 235. Примеры повышения жесткости системы СПИД при закреплении деталей

Повышение жесткости закрепления детали правильным выбором поверхности, за которую она закрепляется. Повышение жесткости может быть достигнуто, если обрабатываемая деталь, например червячная шестерня, закрепляется за поверхность большего (рис. 235, в), а не меньшего (рис. 235, г) диаметра.

Глава III

СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

1. ПРИМЕНЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ЗАЖИМНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Центрование заготовок. Центрование заготовок на токарных станках может проводиться с помощью приспособления с плавающим конусом, показанного на рис. 236. Приспособление несложно; оно может быть установлено без переналадки станка в трехкулачковом патроне. Центровочное сверло 7 закрепляется в цанге 3 путем поджима ее болтом 1 в корпусе 2. Заготовка 8 устанавливается между конусными выемами обоймы 6 и обратного центра 9, установленного в пиноли задней бабки. Поджимом задней бабки осуществляется центрование. При этом обойма 6 и упорный подшипник 5, преодолевая сопротивление пружины 4, отходят назад.

Обработка деталей в центрах. Использование при обработке деталей в центрах хомутика и поводкового патрона имеет ряд существенных недостатков. Установка и снятие хомутика требует затраты вспомогательного времени; снятие обработанной и установка следующей детали сопряжены с необходимостью остановки и пуска в ход станка; хомутик исключает возможность обработки конца детали, обращенного к передней бабке, и т. д.

Поэтому обработку различных валов и ряда других деталей выполняют без хомутика, заменяя его (и поводковый патрон) несложными, но вполне надежными приспособлениями. В ряде случаев удается обойтись и без каких-либо специальных устройств, передающих вращение шпинделя обрабатываемой детали. Так, чистовое обтачивание деталей небольших диаметров часто можно производить без применения хомутика при установке детали на обыкновенный передний центр и вращающийся задний. Передача вращения шпинделя обрабатываемой детали в этом случае происходит за счет трения, возникающего между соприкасающимися поверхностями переднего центра и центрового отверстия. Необходимо подчеркнуть, что такой способ возможен лишь при легких работах.

Детали, устанавливаемые по отверстию, — различные втулки, шестерни и т. п. — можно закреплять достаточно прочно, используя рифленный передний центр и вращающийся задний (рис. 237).

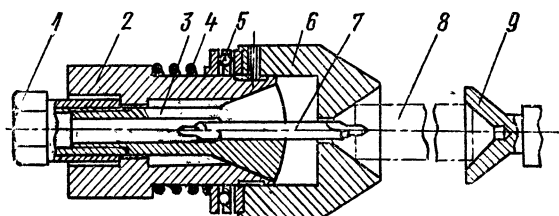
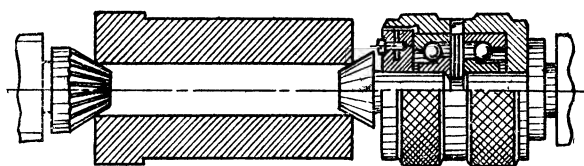


Рис. 236. Приспособление с плавающим конусом для центрования заготовок



Профиль зуба



Рис. 237. Пример использования рифленого центра

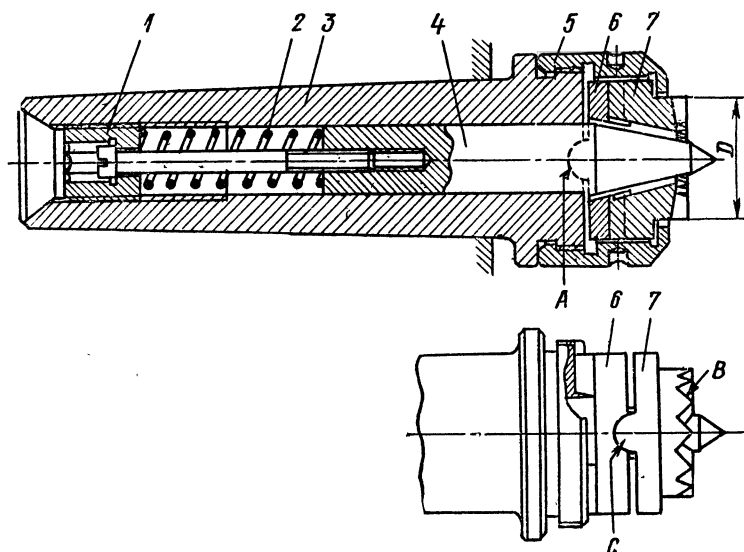


Рис. 238. Центр-поводок

Точное и вполне надежное закрепление валиков и им подобных деталей, обрабатываемых в центрах, достигается при использовании центра-поводка типа, показанного на рис. 238.

Корпус 3 центра-поводка имеет конический хвост, точно соответствующий коническому гнезду шпинделя станка. В отверстии корпуса расположен подвижный центр 4, находящийся под действием пружины 2, опирающейся на резьбовую пробку 1. На корпус 3 навернута втулка 5, внутри которой находится шайба 6 с двумя полуцилиндрическими выступами А. Выступы входят в такие же канавки, имеющиеся на торце корпуса. Кроме того, во втулке расположена шайба 7. На левом торце этой шайбы имеются полуцилиндрические выступы С, входящие в соответствующую канавку в шайбе 6. Выступы в шайбах 6 и 7 расположены крестообразно. Благодаря этому, если торец обрабатываемой детали и не перпендикулярен к ее оси, он при поджиме заднего центра (обязательно вращающегося) коснется правого торца шайбы 7; центр 4 при этом несколько переместится влево, оставаясь под действием пружины 2. Зубья В, образованные на торце шайбы 7, врежутся в торец обрабатываемой детали и будут передавать ей вращение шпинделя.

Центр-поводок имеет набор шайб 7 с различным диаметром D рабочей части. Диаметр шайбы D должен быть несколько меньше диаметра конца обрабатываемой детали, обращенного к передней бабке, чтобы можно было обрабатывать всю боковую поверхность детали и снимать фаску на ее торце.

Пружина 2 рассмотренного центра-поводка отрегулирована посредством пробки 1 на давление около 30 кгс.

Опыты показали, что при использовании рассмотренного центра-поводка вспомогательное время на установку и снятие детали в 3,5—4 раза меньше, чем при применении хомутика.

Обработку деталей в центрах без применения хомутика можно выполнять используя также самозажимный поводковый патрон (рис. 239).

В вырезе, сделанном на диске 3, расположена и может двигаться плита 4. Перемещение плиты невелико и получается только за счет зазора между отверстиями в ней и винтами 5, посредством которых она удерживается в вырезе диска 3. Перемещение плиты необходимо для того, чтобы устранить влияние неточности изготовления патрона и кулачков. При неподвижной плите вследствие этой неточности на деталь действовал бы только один кулачок, вызывая смещение детали с оси станка. Кулачки 2 вращаются на винтах, ввернутых в плиту 4. Наружные поверхности кулачков обработаны эксцентрично по отношению к осям их вращения, а наружные кромки несколько скошены.

Валик в центрах станка устанавливают путем нажатия им (при помощи пиноли задней бабки) на скошенные края кулачков. При повороте валика влево (против стрелки рис. 239) кулачки расходятся и открывают ему доступ к переднему центру, вставленному как обычно в коническое гнездо шпинделя. После того как валик

установлен в центрах, кулачки прижимаются к нему под действием пружин 1 и 6. При повороте валика вправо (под действием давления резания, т. е. по стрелке на рис. 239) кулачки также будут поворачиваться на своих осях, причем усилие зажима валика будет возрастать. Для снятия валика с центров необходимо остановить станок и повернуть валик влево.

При обработке деталей, отличающихся друг от друга диаметром части, зажимаемой в патрон, необходимо иметь сменные кулачки.

Механизированные приводы к приспособлениям. Вспомогательное время, расходуемое для закрепления деталей, обрабатываемых на разжимных оправках и в патронах, значительно уменьшается,

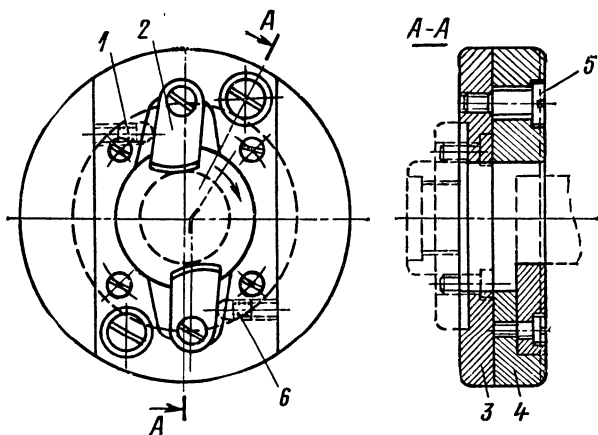


Рис. 239. Самозажимной поводковый патрон

если управление этими приспособлениями осуществляется не вручную, а посредством привода. На токарных станках наиболее распространены пневматические и гидравлические приводы.

Существуют два типа пневматических приводов — поршневые (пневмоцилиндры) и диафрагменные (пнеumoкамеры).

Типовая конструкция поршневого пневматического привода показана на рис. 240.

На левый конец шпинделя 10 накручен цилиндр 7, закрытый крышкой 5. Поршень 6, расположенный внутри цилиндра, соединен со штоком 8, проходящим через сальник 9. В конец штока ввернута тяга 11, соединяющая поршень с зажимным приспособлением. В крышке цилиндра закреплен валик 1, на наружном конце которого расположена втулка 2, соединенная трубками 3 и 4 с распределительным краном, к которому подводится из сети сжатый воздух. Втулка 2 во время работы станка не вращается.

Через трубку 3, отверстие А в валике 1, отверстие В в крышке цилиндра и отверстие С сжатый воздух поступает в правую полость цилиндра, а через трубку 4 и отверстие D в валике — в его левую полость. Если воздух поступает в правую полость цилиндра, пор-

шень, а следовательно, и тяга *11* перемещаются влево; при этом происходит закрепление (или открепление) обрабатываемой детали.

При подаче воздуха в левую полость цилиндра поршень переместится вправо; происходит обратное действие — открепление (или закрепление) детали.

Воздух поступает в цилиндр из воздушной магистрали через распределительный кран, закрепленный на передней бабке. Кран устроен таким образом, что при одном положении рукоятки воздушная магистраль соединяется с правой полостью цилиндра: одновременно с этим его левая полость соединяется с атмосферой. При другом положении рукоятки, наоборот, воздух выходит из

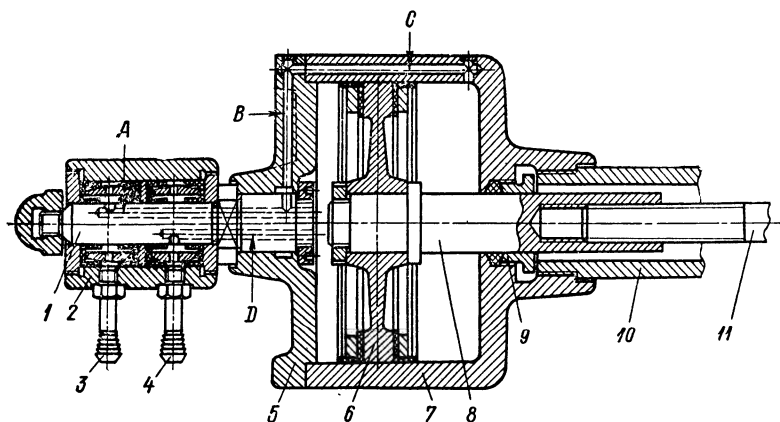


Рис. 240. Пневматический поршневой цилиндр для управления зажимным приспособлением

правой полости цилиндра в атмосферу и поступает в левую из воздушной магистрали.

Диафрагменный пневматический привод (пневмокамера) имеет более простое устройство. В этом случае воздух (рис. 241) поступает через трубку *1*, невращающуюся втулку *2*, сальник *3*, трубку *4* и сальник *5* в полость камеры *A* между фланцем втулки *10* и резиновой или из прорезиненной ткани диафрагмой *8*. Втулка *10* соединена со шпинделем *13* станка посредством фланца *12*. Диафрагма *8* плотно зажата между фланцем втулки *10* и кольцом *7*, а также между торцом втулки *10* и шайбой *9*. Под давлением поступившего воздуха диафрагма растягивается (выпучивается) влево, давит на диск *6* и перемещает его также влево.

Из рисунка видно, что диск *6* соединен с тягой *14*, действующей на зажимные части приспособления для закрепления детали. При повороте рукоятки распределительного крана воздух выходит из полости *A* камеры тем же путем, но в обратном направлении. Диск *6* и резиновая диафрагма *8* возвращаются в исходное положение под действием пружины *11*, расположенной внутри втулки *10*. При

чрезмерном растягивании диафрагмы диск 6 упирается в заплечик В, имеющийся с внутренней стороны кольца 7.

На рис. 242 показан невращающийся пневматический поршневой цилиндр. В этом случае корпус 4 цилиндра связан с фланцем 5, прикрепленным к стенке 6 передней бабки. Тяга 2, соединяющая поршень 1 цилиндра с зажимным приспособлением, вращается на двух упорных роликоподшипниках 3, расположенных в поршне.

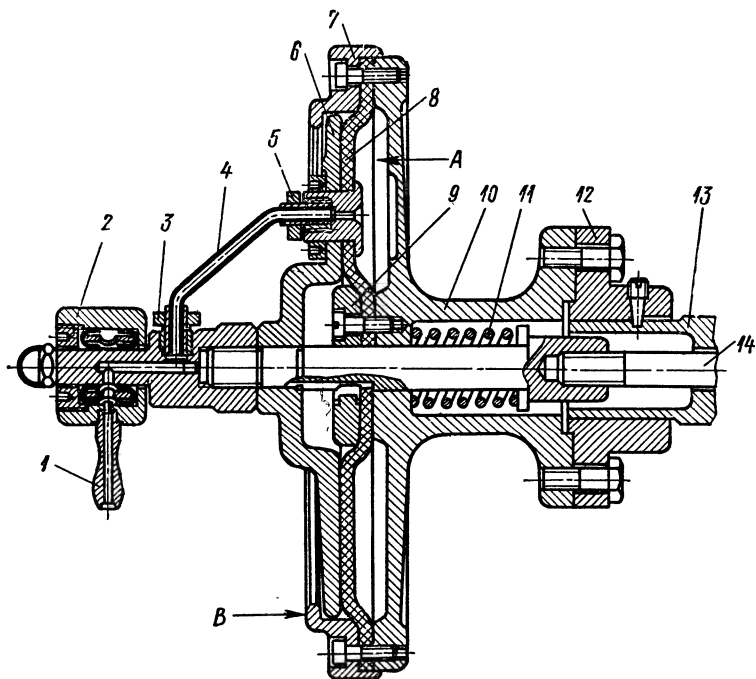


Рис. 241. Пневматический диафрагменный цилиндр для управления зажимным приспособлением

Сжатый воздух поступает в полости цилиндра через отверстие А или В. Такое устройство пневматического цилиндра имеет ряд преимуществ по сравнению с вращающимся цилиндром. При невращающемся цилиндре шпиндель станка не имеет дополнительной нагрузки от веса цилиндра, которая нежелательна и недопустима при малых размерах шпинделя. Отсутствие вращения цилиндра совершенно исключает влияние его неуравновешенности, что иногда наблюдается при вращающемся цилиндре. И, наконец, при невращающемся цилиндре отпадает довольно сложное устройство для подвода воздуха.

Существуют и другие конструкции пневмоприводов, в частности, устанавливаемые не с левой, а с правой стороны шпинделя, встро-

ные в приспособление (например, в трехкулачковый самоцентрирующий патрон специальной конструкции).

При любой конструкции пневмопривода воздух перед подачей в распределительный кран и цилиндр должен пропускаться через влагоотделитель-фильтр, где очищается от содержащейся в нем влаги и твердых частиц; через регулятор давления, автоматически поддерживающий постоянно давление воздуха в системе; через масло-распылитель, обеспечивающий регулярную смазку цилиндра мельчайшими дозами масла, а также через обратный клапан, препятствующий прохождению воздуха в обратном направлении. Кроме того, в сеть должен быть встроен манометр, по которому токарь может определить давление в сети, а также пневматический электровыключатель, отключающий двигатель станка в случае падения давления в воздухопроводе.

Для осуществления гидравлического привода, который обеспечивает более надежное закрепление детали при тяжелых работах, применяются специальные установки (гидростанции), включающие в себя электродвигатель, насос, резервуар для масла и аппаратуру управления и регулирования. Такие станции иногда обслуживают несколько станков.

Соединение гидропровода с приспособлением осуществляется с помощью таких же штоков, как и при присоединении пневмоприводов.

Быстродействующие оправки. Одна из таких оправок, называемая самозажимной, показана на рис. 243, а. В выемке А, имеющейся в рабочей части оправки, расположен ролик 1, удерживаемый в ней пружинным кольцом 2. При установке детали 3 на оправку ролик находится в положении, указанном на рис. 243, а. После поворота детали (под действием усилия резания) по стрелке В ролик перекачивается по выемке А и заклинивает деталь на оправке. Чтобы снять деталь, достаточно повернуть ее (рукой) против стрелки В. Недостаток этой оправки как однороликовой заключается в том, что деталь смещается при зажиме, и следовательно, нарушается ее

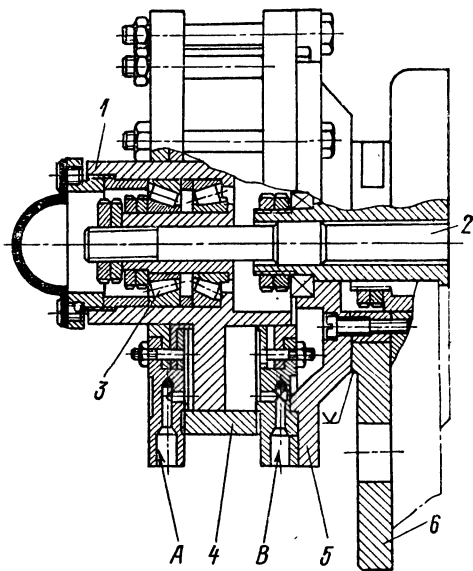


Рис. 242. Невращающийся пневматический поршневой цилиндр для управления зажимным приспособлением

центрирование. Поэтому такие оправки применяются преимущественно при черновом обтачивании.

Более совершенная аналогичной конструкции трехроликовая зажимная оправка изображена на рис. 243, б. Ролики здесь показаны в рабочем положении. Стрелка *С* указывает направление поворота детали при ее закреплении.

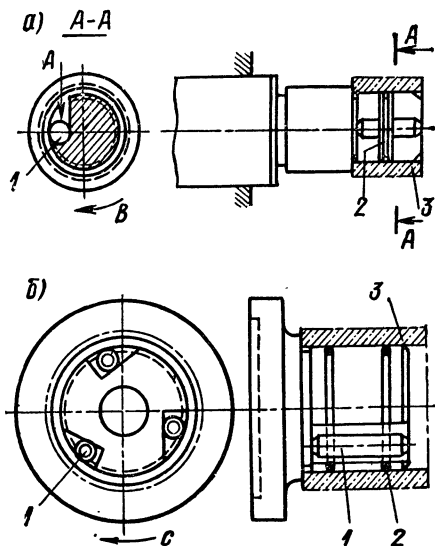


Рис. 243. Роликовые оправки

Две оправки, действующие от привода, изображены на рис. 244. Разжимная оправка, используемая для закрепления детали 3, показана на рис. 244, а и действует следующим образом.

При перемещении тяги 1¹ влево правый конец цанги 2 разжимается конусом *А* стержня 8. Одновременно с этим цанга несколько перемещается влево, вследствие чего ее левый конец разжимается конусом *В* корпуса 7 оправки. Кольцо 10 исключает возможность недопустимого разжима цанги.

Винт 9 входит в шпоночный паз, имеющийся в стержне 8. Этим устройством обеспечивается принудительный разжим цанги. Если при движении тяги 1 вправо задерживается (на

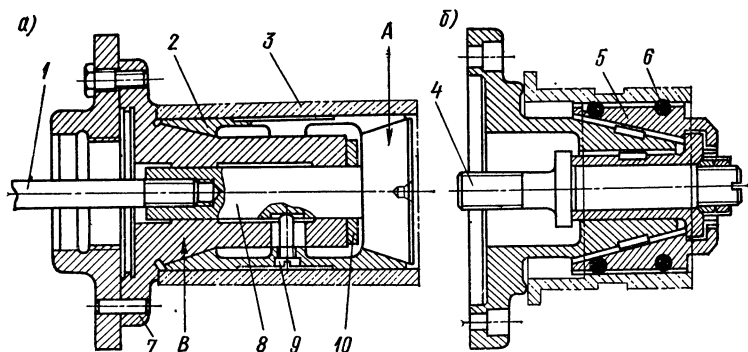


Рис. 244. Разжимные оправки, действующие от привода

конусе *В*) левый конец цанги 2, левая стенка паза в стержне 8, дойдя до винта 9, потянет за собой цангу. Если при том же движении тяги задерживается правый конец цанги, она пере-

¹ На рис. 240 эта тяга обозначена цифрой 11, а на рис. 241 — цифрой 14.

мещается (вместе со стержнем) вправо до тех пор, пока винт 9 не упрется в правую стенку отверстия в корпусе оправки. В этот момент перемещение цанги вправо прекратится, а при дальнейшем движении стержня 8 (вправо) конус его выйдет из цанги, вследствие чего правый конец ее сожмется.

Для закрепления деталей с отверстиями больших диаметров (90—100 мм и больше) применяются различные раздвижные оправки, например, с раздвижными секторами (рис. 244, б). Шесть секторов 5 перемещаются по конической части корпуса оправки под действием тяги 4, соединенной с зажимным устройством. Секторы удерживаются на корпусе оправки охватывающими пружинными кольцами 6.

Быстродействующие патроны. Быстрозажимный (бесключевой) цанговый патрон показан на рис. 245. Вращение (от руки) маховичка 1 через зубья, нарезанные в отверстии диска 2 (внутреннее зацепление), и двойную шестерню 3 передается шестерне 4. В отверстии шестерни нарезана резьба, охватывающая резьбовой конец цанги 6. Вполне понятно, что при вращении шестерни 4 цанга 6 получает поступательное движение вдоль своей оси, необходимое для закрепления или открепления детали. Возникающие (при закреплении детали) осевые усилия воспринимаются упорным шарикоподшипником 5. Корпус патрона, состоящий из двух частей 7 и 9, соединяется винтами 8 с фланцем 10, накручиваемым на шпиндель станка.

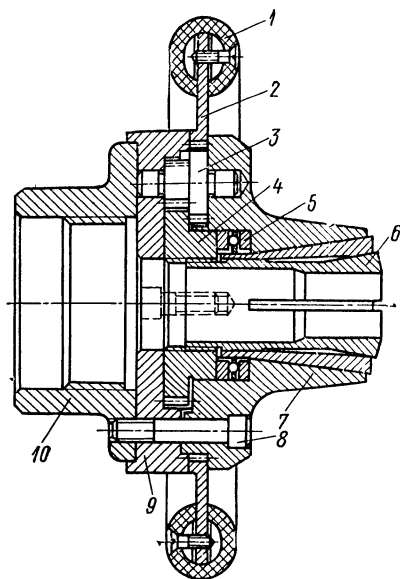


Рис. 245. Бесключевой цанговый патрон

Трехкулачковый рычажный патрон, работающий от привода, изображен на рис. 246. К основным деталям патрона относится гильза 2 и коленчатые рычажки 3, поворачивающиеся на осях 4. Сухарик, связанный с большим плечом каждого рычажка, входит в канавку, имеющуюся в правом конце гильзы 2. Такой же сухарик, расположенный на меньшем плече каждого рычажка, входит в паз, сделанный на обратной стороне основных кулачков 5. Закрепление детали (за наружную поверхность) производится при перемещении гильзы 2 влево, вызывающем поворот рычажка по часовой стрелке. Гильза 2 перемещается тягой 1, левый конец которой соединен с пневматическим или другим приводом.

Отметим, что существуют и двухкулачковые самоцентрирующие патроны, действующие от привода. Устройство их подобно изображенному на рис. 50.

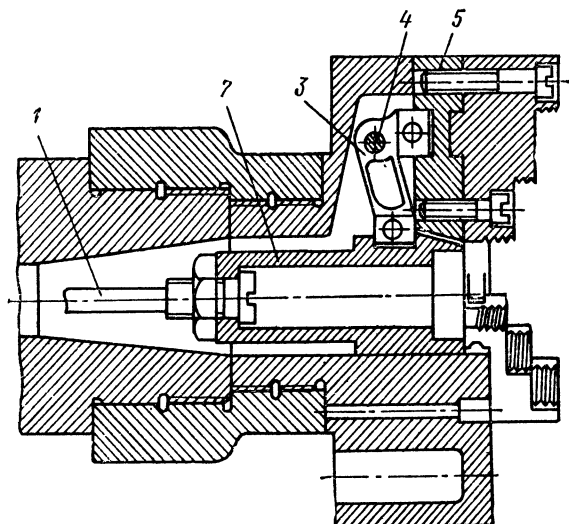


Рис. 246. Рычажный патрон, действующий от привода

Цанговый патрон, действующий от привода, показан на рис. 247, а. При перемещении влево тяги 1, соединяющей цангу 2 с пневматическим или другим приводом, цанга сжимается и

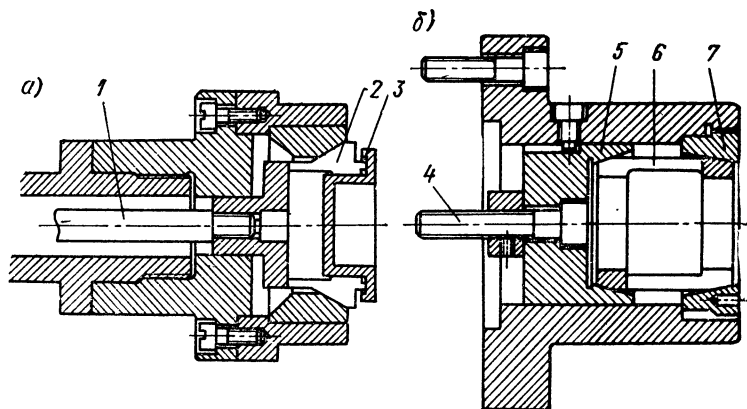


Рис. 247. Цанговые патроны, действующие от привода

обрабатываемая деталь 3 оказывается точно центрированной и прочно закрепленной.

Для закрепления длинных деталей применяются цанговые патроны с двусторонними цангами (рис. 247, б). Цанга 6, имеющая

надрезы на обоих концах, располагается между подвижной втулкой 5 и неподвижным кольцом 7. При перемещении тяги 4 вправо втулка 5 сжимает левый конец цанги и одновременно перемещает ее вправо. Правый конец цанги при этом также сжимается, что обеспечивает закрепление детали в двух местах. Это, очевидно, создает устойчивое положение детали даже при большой ее длине.

2. УМЕНЬШЕНИЕ ВРЕМЕНИ НА УСТАНОВКУ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

Предварительное определение толщины подкладки под резец. Установка резца по центру, т. е. таким образом, чтобы вершина его была расположена в горизонтальной плоскости, проходящей через центровую линию станка, обычно достигается подкладыванием под резец стальной пластинки (подкладки) или, что хуже, набора пластинок. Определение толщины пластинки или нескольких пластинок, используемых одновременно, часто отнимает много времени. Между тем требуемую подкладку под данный резец даже в то время, когда станок работает, можно быстро подобрать, пользуясь шаблоном, показанным на рис. 248, а.

Размер h у шаблона должен быть равен расстоянию от плоскости резцовой головки, на которую устанавливается резец, до центральной линии данного станка.

Другой шаблон (рис. 248, б), применяемый для этой цели, универсален. Пользуясь им, можно подбирать подкладки под резец таким образом, чтобы вершина его располагалась как по центру, так и на заданную величину выше или ниже центра. В первом случае при правильно выбранной подкладке вершина резца должна быть расположена против нулевого штриха миллиметровой шкалы, нанесенной на шаблоне. Во втором случае эта вершина должна находиться выше или ниже нулевого штриха, против соответственного штриха шкалы.

Применение быстросменных резцовых державок. Быстрая замена одного резца другим с установкой последнего в точное положение и с прочным закреплением достигается при использовании державки, показанной на рис. 249. Вместо обычного резцедержателя на суппорте станка устанавливают втулку 2, на боковой поверхности которой нарезаны зубья, как у обыкновенной шестерни. Втулка центрируется выступом А верхних салазок суппорта, фиксируется (от поворота) штифтом 6 и закрепляется болтом 5 с гайкой 3. К втулке примыкает держатель 7 с резцом 4, прочно скрепленный

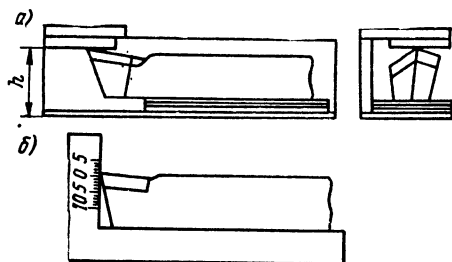


Рис. 248. Шаблоны для определения толщины подкладки под резец

с ней хомутом 9; два Т-образных выступа *В* хомута входят в такие же пазы держателя 7. Хомут натягивается при повороте рукоятки 8 с закрепленным в ней эксцентриком. Положение держателя на высоте определяется регулировочным винтом 1.

Применение комбинированных резцов. Значительное уменьшение вспомогательного времени достигается применением вместо обычных комбинированных резцов (рис. 250). Резцом, показанным на рис. 250, *а*, производится чистовое обтачивание ступени

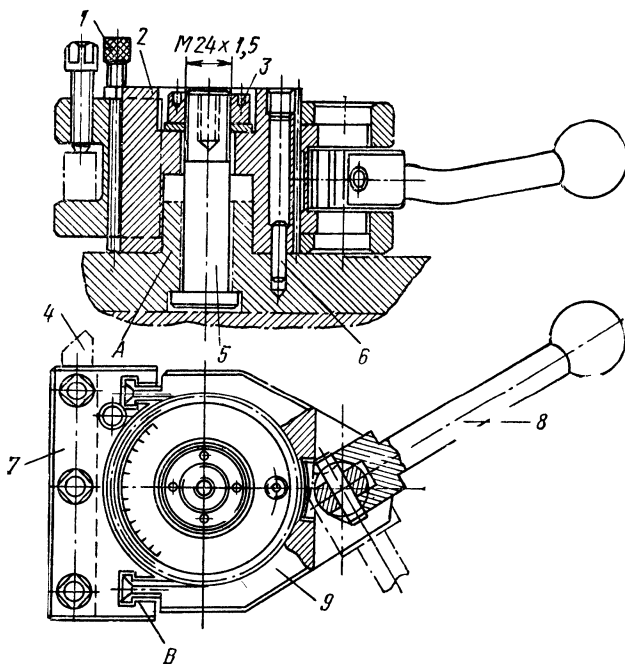


Рис. 249. Быстросменная резцедержавка

вала и уступа с галтелью в месте сопряжения ступени с соседней; резец, изображенный на рис. 250, *б*, используется для обработки торца валика и обтачивания фаски; с помощью резца, приведенного на рис. 250, *в*, производится растачивание отверстия в детали и обработка внутреннего конуса (фаски); резец, изображенный на рис. 250, *г*, заменяет два резца — отрезной и фасонный для обработки фасонной поверхности детали. Пример использования сложного комбинированного резца показан на рис. 251.

Применением комбинированных резцов достигается уменьшение времени на подвод и отвод инструмента.

Использование многоместных резцовых головок. Этот способ уменьшения вспомогательного времени настолько эффективен,

что все современные токарные станки имеют четырехместные резцовые головки.

На точность размеров детали, обрабатываемой на станке с многоместной резцовой головкой, оказывает существенное влияние точность установки головки при каждом ее повороте.

Четырехместная резцовая головка (рис. 252) конструкции Ленинградского станкостроительного завода им. Свердлова устанавливается в 12 рабочих положениях. При повороте рукоятки 1 соединенная с ней втулка 3 ввинчивается во втулку 2, вследствие чего

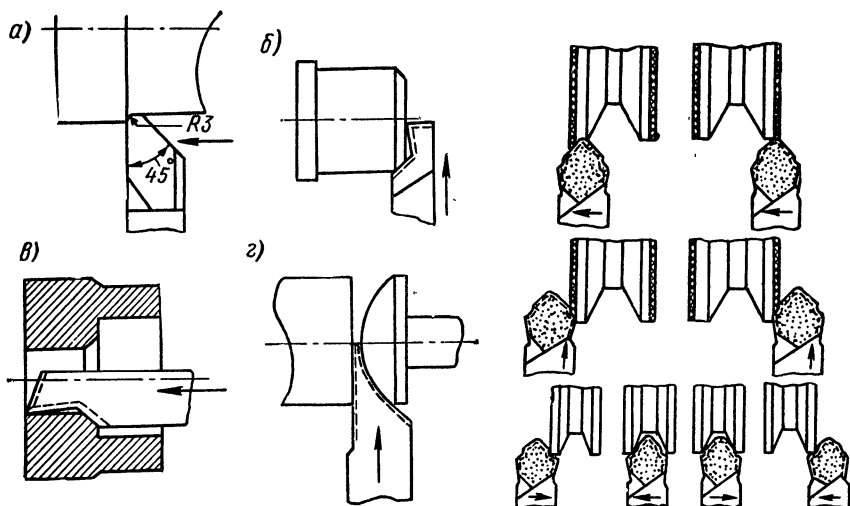


Рис. 250. Примеры применения комбинированных резцов

Рис. 251. Пример применения сложного комбинированного резца

корпус резцовой головки вместе с фиксатором 6 поднимается. Фиксатор выходит из отверстия во фланце пальца 5, относительно которого вращается корпус резцовой головки. Этим обеспечивается возможность поворота (рукой) корпуса до требуемого положения, фиксируемого предварительно шариковым фиксатором 4. Шарик фиксатора входит при этом в одну из канавок треугольного сечения, имеющих на боковой поверхности фланца пальца 5. При повороте рукоятки в обратном направлении корпус резцовой головки опускается и фиксатор 6 входит в очередное отверстие фланца центрирующего пальца.

К недостаткам рассмотренной головки относятся: необходимость поворота рукоятки больше чем на один оборот, отсутствие автоматичности поворота корпуса резцовой головки. Несмотря на эти недостатки, рассмотренная резцовая головка очень полезна при обработке деталей с фасками, а также при обработке конических шестерен и им подобных деталей. В этом случае каждым резцом,

закрепленным в резцовой головке, можно обрабатывать несколько различно расположенных конических поверхностей.

Следует отметить, что все более широкое применение находят сменные резцовые головки. Такая головка (рис. 253) оснащается

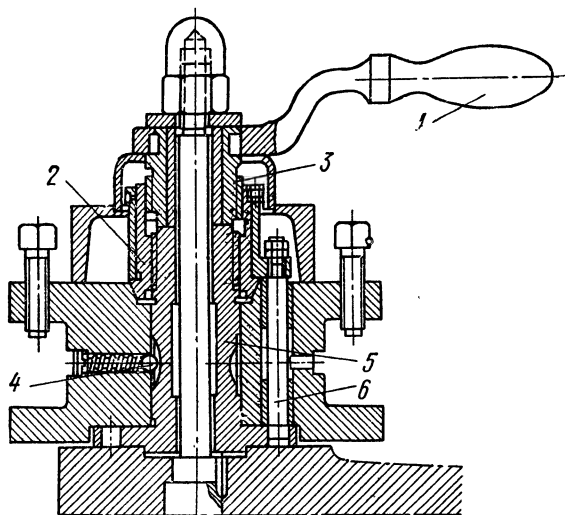


Рис. 252. 12-позиционная резцовая головка

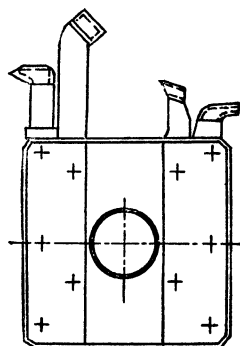


Рис. 253. Сменная резцовая головка

набором резцов, необходимых для обработки определенной детали. После обработки партии данных деталей головка вместе с резцами снимается со станка и заменяется новой, подготовленной для обработки другой детали.

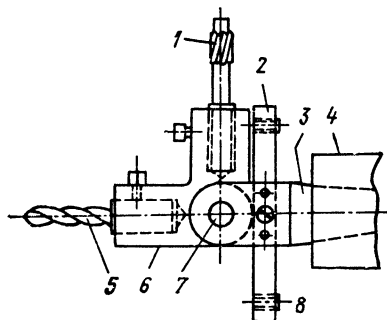


Рис. 254. Двухместная державка для инструментов, устанавливаемых в пиноли задней бабки

Для более удобной установки резцов рассматриваемая головка¹ имеет не четыре места для крепления инструментов, а только два, но эти места более широкие; крепежные болты при этом располагаются в шахматном порядке в два ряда.

Применение сменных головок оправдывается лишь в том случае, если за данным станком закреплены определенные детали, т. е. если рабочее место специализировано.

Применение многоместных державок для инструментов, устанавливаемых в пиноли задней бабки. Если обработка отверстия в детали производится несколькими инструментами, устанавли-

¹ Предложение токаря М. М. Барашкова.

ваемыми в пиноли задней бабки, то для уменьшения вспомогательного времени, расходуемого на смену инструментов, следует применять многоместные державки и головки.

Простейшая державка этого типа показана на рис. 254. В корпусе 3 державки, вставленной в пиноль 4, имеется проушина. В проушине на пальце 7 вращается изогнутая под прямым углом державка 6, в которой могут быть закреплены два инструмента, напри-

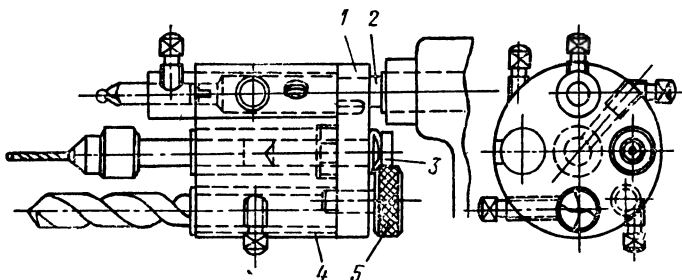


Рис. 255. Многоместная резцовая головка для инструментов, устанавливаемых в пиноли задней бабки

мер сверло 5 и зенкер 1 (на рисунке в рабочем положении находится сверло; после поворота державки на 90° в рабочее положение встанет зенкер). Каждое положение державки определяется одним из регулировочных винтов 8, ввернутых в пластинку 2.

Многоместная головка для закрепления нескольких (в данном случае трех) режущих инструментов показана на рис. 255. Эта головка состоит из диска 1, соединенного с коническим хвостовиком 2. На пальце 3, закрепленном в диске 1, вращается барабан 4, в гнездах которого устанавливаются инструменты. Рабочее положение каждого инструмента фиксируется посредством кнопки 5.

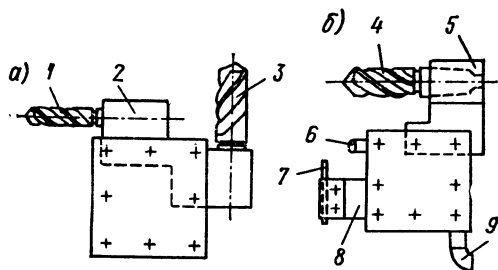


Рис. 256. Державка для сверл, закрепляемых на суппорте

Закрепление сверл на суппорте станка. При закреплении сверл, зен-

керов и разверток в пиноли задней бабки подача инструмента осуществляется на большинстве станков вручную, что не обеспечивает должной величины подачи, ее равномерности и утомительно для рабочего. Этих недостатков можно избежать при закреплении сверл и других инструментов для обработки отверстий на суппорте, что предусмотрено, например, на станке 16K20 (см. рис. 31).

На рис. 256, а показана державка 2 для двух сверл, применяемая при обработке ступенчатых отверстий. В случае надобности в одном

из гнезд державки может быть закреплено сверло 1 для получения отверстия в обрабатываемой детали, а в другом гнезде державки — сверло 3 или зенковка для обработки фаски в просверленном отверстии.

На рис. 256, б показан еще более сложный случай: в резцовой головке закреплены державка 5 со сверлом 4, резцы 6 и 9 и державка 8 с отрезным резцом 7.

3. УМЕНЬШЕНИЕ ВРЕМЕНИ НА ИЗМЕРЕНИЕ ДЕТАЛИ

Использование лимбов. Отсчет перемещения резца и установка его на требуемый размер обрабатываемой детали посредством лимба — весьма эффективный способ уменьшения времени, расходуемого на измерения деталей. Поэтому следует не только возможно чаще использовать лимбы данного станка, но и заменять их более совершенными.

Цена деления лимба винта поперечной подачи зависит главным образом от его диаметра. Так, у многих токарных станков старых моделей поперечный лимб имеет диаметр около 50 мм, где одно деление лимба соответствует изменению диаметра обрабатываемой поверхности детали на 0,1 мм. Такой точности в отсчете перемещения резца во многих случаях недостаточно. Поэтому для повышения точности изготовляют новый лимб большего диаметра.

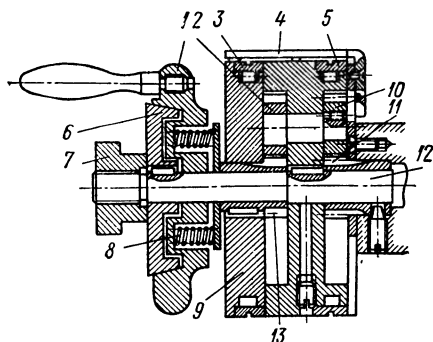


Рис. 257. Дифференциальный лимб винта поперечной подачи

Напомним, что точность отсчета по поперечному лимбу токарного станка модели 1К62, рассмотренного в первой части книги, составляет 0,035 мм. Цена деления поперечного лимба станка модели 16К20 наиболее современной конструкции равна 0,025 мм, а некоторых прецизионных станков — даже 0,01 мм.

При обычном устройстве один оборот лимба винта поперечной подачи соответствует радиальному перемещению резца на 5—6 мм, что усложняет пользование лимбом при больших перемещениях. Этого недостатка не имеет дифференциальный лимб (рис. 257), имеющий два отсчетных кольца 3 и 5, причем кольцо 3 с ценой деления 1 мм служит для больших перемещений суппорта, а кольцо 5 с ценой деления 0,02 мм — для точной установки резца на размер, что обеспечивается планетарной передачей, расположенной в корпусе лимба. Корпус лимба закреплен на винте 12 поперечной подачи.

При вращении винта шестерня 10, расположенная внутри корпуса, перекачивается по неподвижной шестерне 11 и вследствие этого вращается. Вращение валика, на котором закреплена шестерня 10, через шестерни 2 и 13 передается диску 9, связанному с шестерней 13 шпонкой. Шестерня 11 имеет 22 зуба, шестерня 10—20 зубьев, шестерня 2 — 21 зуб, шестерня 13 — 21 зуб. Передаточное отношение этих шестерен равно $\frac{1}{10}$. Благодаря этому кольцо 5, расположенное на корпусе лимба, вращается в 10 раз быстрее кольца 3, расположенного на диске 9. За один оборот рукоятки винта кольцо поворачивается на $\frac{1}{10}$ оборота. Для отсчета показаний лимба служит пластинка 4 со скошенной кромкой, расположенной над кольцами.

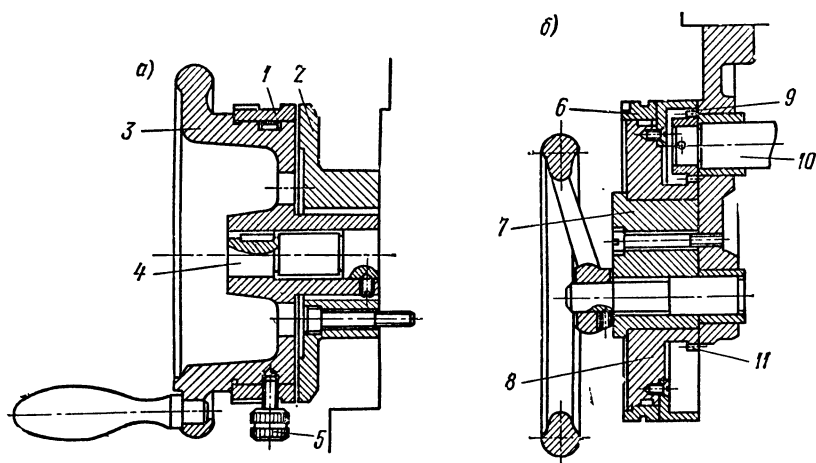


Рис. 258. Лимбы продольной подачи

Устройство маховичка, состоящего из деталей 1, 6, 7, 8, рассматривается ниже (стр. 298).

Лимб продольной подачи простейшего устройства показан на рис. 258, а. На валике 4 вместо обыкновенного маховичка закреплён специальный маховичок 3. На втулке 2, прикрепленной к фартуку суппорта, наносится риска, необходимая для отсчетов по шкале, имеющейся на кольце 1. Плоская пружина, заложённая в канавку между маховичком и кольцом, служит тормозом последнего. После установки кольца 1 в нулевое положение оно закрепляется на маховичке винтом 5. Диаметр поверхности кольца, на которой нанесена шкала, следует делать таким, чтобы на ней можно было нанести шкалу с ценой деления, соответствующей перемещению резца в направлении продольной подачи на 0,1 мм. Одному обороту лимба обычно соответствует перемещение суппорта лишь на 25—50 мм, что неудобно, если необходимы большие перемещения суппорта.

Указанный недостаток отпадает, если вращение лимба получается не непосредственно от валика, на котором закреплен маховичок, а от валика шестерни, сцепленной с зубчатой рейкой станка. В таких случаях (рис. 258, б) диск 8 лимба вращается на втулке 7, прикрепленной к фартуку суппорта. Шестерня 9, закрепленная на валике 10 реечной шестерни станка, находится в зацеплении с зубчатым венцом диска 11. Диаметр кольца 6 выбирается с таким

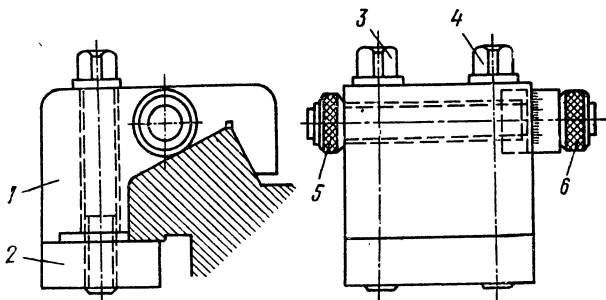


Рис. 259. Простейший продольный упор

расчетом, чтобы цена деления нанесенной на нем шкалы соответствовала 1 мм перемещения суппорта. Поворот лимба отсчитывается по риске, нанесенной на табличке, которая закрепляется на фартуке суппорта.

Работа по упорам. Применение продольных и поперечных упоров различных конструкций — это один из основных способов уменьшения вспомогательного времени, затрачиваемого на измерения детали.

Продольный упор простейшей конструкции (рис. 259) состоит из корпуса 1, прикрепляемого к станине при помощи планки 2 и болтов 3 и 4, винта 6 с мелкой резьбой, ввертываемого в корпус 1, и контргайки 5, посредством которой винт закрепляется в требуемом положении. Для точной установки винта служит шкала, нанесенная на его головке.

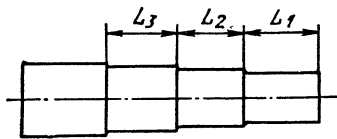


Рис. 260. Деталь, обрабатываемая по упорам

Если производится обработка детали, подобной показанной на рис. 260, то кроме упора используются измерительные плитки, расположенные на станине между упором и суппортом, причем длины плиток равны соответственно длинам ступеней L_2 и L_3 детали.

При обработке ступени длиной L_1 перемещение суппорта ограничивается упором и двумя плитками. Для получения требуемой длины L_2 следующей ступени надо убрать плитку длиной L_2 и т. д.

При обработке партии ступенчатых деталей следует применять многопозиционные упоры, один из которых показан на рис. 261.

В колодке 2, прикрепленной к станине станка болтом 7 и планкой 8, на пальце 1 вращается несколько (на рис. 261 — пять) упоров 3, 4 и т. д. В торец каждого упора ввернут регулировочный винт 6, закрепляемый в выбранном положении болтом 5. После обработки первого уступа, при котором суппорт доводится до самого длинного

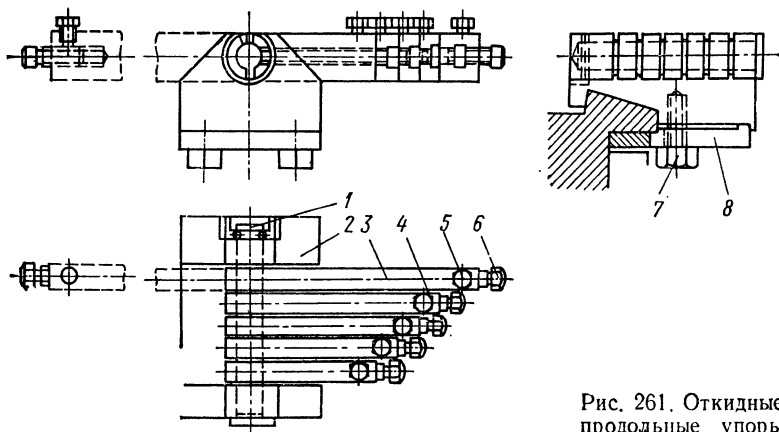


Рис. 261. Откидные продольные упоры

упора 3, суппорт отводят немного назад вправо, повертывают упор 3 на 180° (новое его положение показано на рис. 261 штриховой линией) и обрабатывают второй уступ по упору 4 и т. д.

Для увеличения точности длины обрабатываемых уступов (шеек) целесообразно применять специальные, иногда очень простые, устройства, обеспечивающие постоянную величину силы нажатия на упор. Одно из таких устройств изображено на рис. 262. На рисунке цифрой 4 обозначен обыкновенный упор, а цифрой 3 — кронштейн, прикрепленный к левой стенке суппорта. В кронштейне расположен стержень 6, который под действием пружины 2 занимает крайнее левое положение. Когда при перемещении суппорта влево головка регулировочного винта 5, ввернутого в торец стержня 6, упрется в винт упора 4, стержень 6 будет перемещаться вправо. Стрелка 1, связанная со стержнем 6 реечной передачей, будет контролировать силу нажатия суппорта на упор.

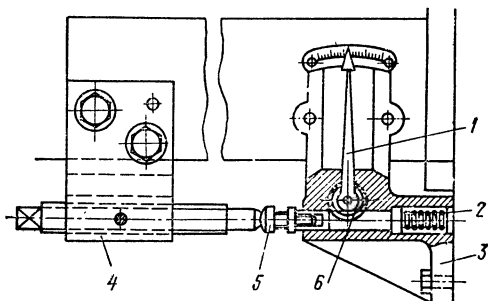


Рис. 262. Индикаторный продольный упор

Вместо рассмотренного устройства для контроля силы нажатия можно применять и обыкновенный индикатор, закрепленный тем или иным способом на станине станка вместо обыкновенного упора.

Простейший поперечный упор показан на рис. 263, на котором цифрой 7 обозначены салазки суппорта. Колодка 3 посредством болтов 4 и клина 5 закрепляется на продольных салазках, а собственно упор 2 закреплен болтами 1 на выступе поперечных салазок 6.

Многопозиционный поперечный упор (рис. 264) устанавливают на продольных салазках суппорта. В подшипниках 1 и 5 вращается валик 2, в средней утолщенной части которого имеются продольные пазы в форме ласточкина хвоста. В пазах устанавливаются в различных положениях сухари 3 с регулирующими

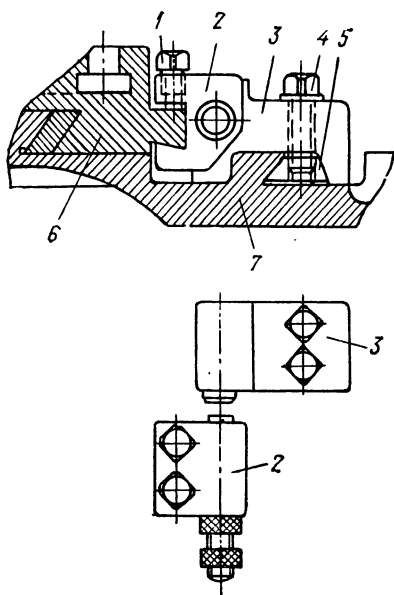


Рис. 263. Простейший поперечный упор

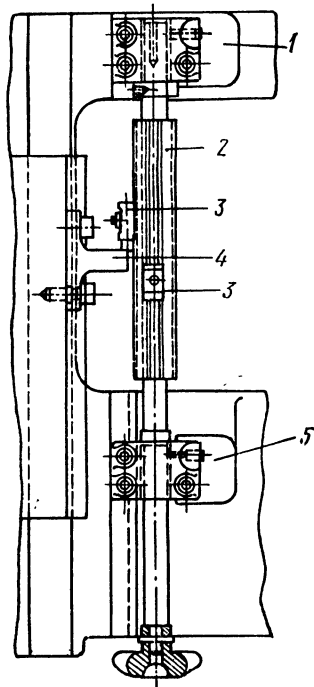


Рис. 264. Многопозиционный поперечный упор

винтами. Перемещение поперечного суппорта ограничивается упором 4, прикрепленным к вертикальной стенке суппорта.

При обработке деталей с более точными диаметрами вместо обыкновенных поперечных упоров необходимо применять упоры, снабженные индикатором. Одинаковую величину давления на упор (что обуславливает уменьшение колебаний размеров обрабатываемых деталей) можно обеспечить переустройством маховичка поперечной подачи, как показано на рис. 257. Маховичок 1 насажен на винт 12 свободно и соединяется с ним посредством конического фрикциона 6, связанного с винтом шпонкой. Маховичок прижимается к фрикциону пружинами 8, причем сила нажатия может быть отрегулирована вращением гайки 7. При данном положении гайки величина давле-

ния на упор суппорта при остановке последнего будет вполне определенной. При работе без упоров гайка должна быть затянута до отказа.

Применение устройств для автоматического выключения продольной подачи. Если в механизме подачи станка не предусмотрено устройство для автоматического выключения (например, падающего червяка), то такое выключение может быть достигнуто посредством несложной модернизации механизма подачи.

Для выключения подачи, действующей в направлении от задней бабки к передней или наоборот, может быть полезно устройство,

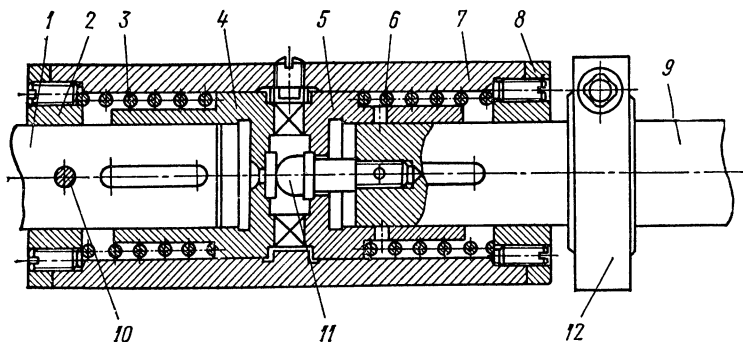


Рис. 265. Устройство для автоматического выключения продольной подачи

изображенное на рис. 265. На концы валика 1 коробки подач и ходового вала 9 насажены и связаны с ними скользящими шпонками кулачковые муфты 4 и 5, охватываемые втулкой 7. Крышки 2 и 8 соединены с втулкой винтами, причем крышка 2 связана посредством штифта 10 с валиком коробки подач. Внутри втулки имеется буртик, к которому обе кулачковые муфты прижимаются пружинами 3 и 6. При таком положении муфт зубья их сцеплены и вращение валика коробки подач сообщается ходовому валу. Выключение подачи, направленной от задней бабки к передней, произойдет после того, какдвигающийся суппорт упрется в кольцо 12, закрепленное на ходовом валу, вследствие чего вал будет перемещаться влево и упором 11 выключит муфту 4. При обратном направлении подачи суппорт действует на кольцо, установленное на ходовом валу со стороны задней бабки. Ходовой вал при этом перемещается вправо; упор 11, действуя имеющимся на нем заплечиком на муфту 5, выключает ее.

4. УМЕНЬШЕНИЕ ВРЕМЕНИ НА УПРАВЛЕНИЕ ЗАДНЕЙ БАБКЕЙ

Пневматический цилиндр для управления пинолью задней бабки. Для уменьшения времени, расходуемого на поджим детали задним центром, задняя бабка снабжается следующим устройством (рис. 266). К корпусу 3 бабки прикрепляется воздушный цилиндр 4. Через

длинную втулку *А* поршня *5* проходит валик *6*, на правом конце которого закреплен маховичок *7*, а на левом — винт *2* для перемещения пиноли *1*. Валик свободно вращается в отверстии втулки *А* поршня. При поступлении сжатого воздуха пиноль перемещается в соответствующем направлении. Перемещение пиноли посредством маховичка *7* происходит тогда, когда в ней закреплен какой-либо режущий инструмент, например сверло.

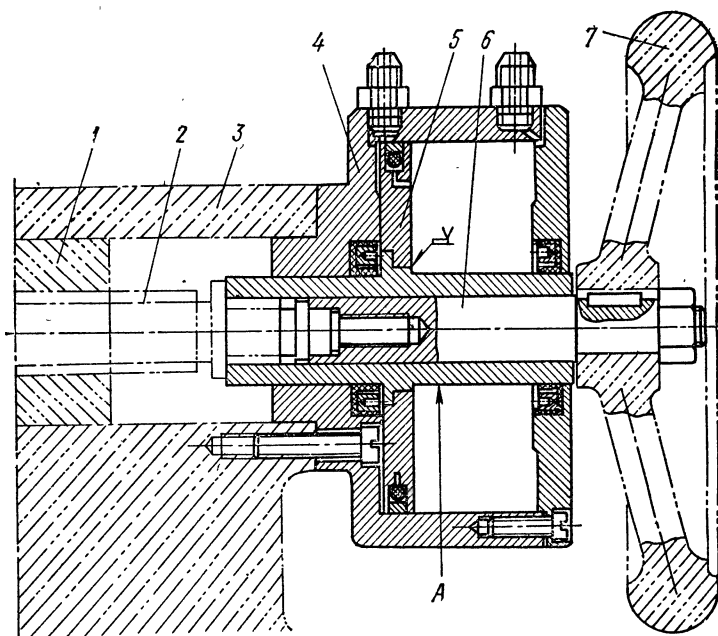


Рис. 266. Пневматический цилиндр для управления пинолью задней бабки

Механизация перемещения задней бабки. При обработке отверстий сверлом, зенкером и другими инструментами, закрепляемыми в пиноли задней бабки, подача инструмента осуществляется почти всегда вручную. Она обычно бывает меньше нормальной — допустимой прочностью сверла, что объясняется опасением токаря сломать сверло, сообщив ему чрезмерно большую подачу. Сверление отверстий больших диаметров и небольших, но глубоких — утомительно для рабочего. Небольшая модернизация станка, соответствующая конструкции, выполненной на станке 1К62 и показанной на рис. 28, б, обеспечивает возможность обработки отверстий с равномерной и наибольшей допустимой подачей и устраняет утомляемость рабочего.

5. УМЕНЬШЕНИЕ ВРЕМЕНИ НА УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ

Общие замечания. Уменьшение вспомогательного времени при токарной обработке на управление станком может быть достигнуто модернизацией станка или усовершенствованием приемов управления.

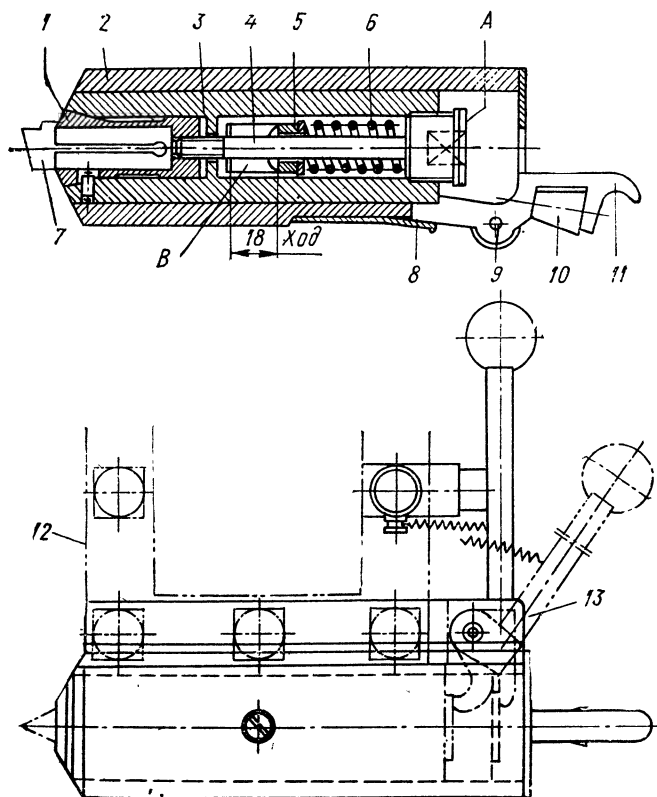


Рис. 267. Приспособление для быстрого отвода резца при нарезании резьбы, предложенное В. Н. Трутневым

Улучшения конструкции станка способствуют не только уменьшению вспомогательного времени, но и снижают затраты мускульной энергии рабочего. Это уменьшает утомляемость токаря, что положительно влияет на повышение производительности его труда. Токари-новаторы, работающие на станках, не имеющих устройств, автоматизирующих управление станком, очень часто оснащают его несложными тормозными устройствами, устройствами для быстрого отвода резца и т. д.

На рис. 267 показано приспособление для автоматического отвода резца от обрабатываемой детали при нарезании на ней

резьбы. Корпус 2 выступом, имеющимся на одной из его боковых сторон, закрепляется в резцовой головке 12 станка. В отверстии корпуса расположен ползун 3, в котором посредством цанги 1 закрепляется резец 7 со стержнем круглого сечения. Это дает возможность устанавливать резец в различных положениях, с учетом угла подъема нарезаемой резьбы. Необходимое для закрепления резца втягивание цанги 1 в ползун 3 осуществляется при вращении тяги 4, левый резьбовой конец которой ввертывается в цангу 1, а правый, утолщенный, также резьбовой — в ползун 3. Резьбы на концах тяги 4 имеют разный шаг, поэтому даже при небольшом усилии, приложенном к ключу для вращения тяги 4, закрепление резца получается достаточно прочным. Рабочий конец используемого при этом ключа вставляется в квадратное гнездо, имеющееся в торце А утолщенной части тяги 4.

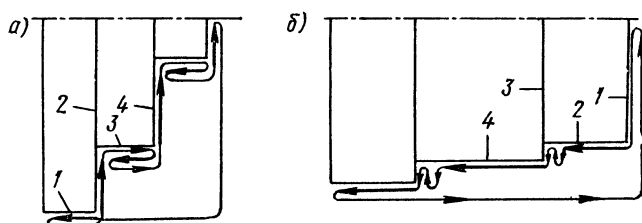


Рис. 268. Варианты последовательности обработки детали ступенчатой формы

Пружина 6 расположена в отверстии ползуна между упором 5 и утолщенной частью тяги. Упор закреплен в корпусе 2 и проходит через продолговатое окно В в ползуне 3. Поэтому под действием пружины 6 ползун стремится переместиться вправо, но его удерживает в рабочем положении (не показано на рис. 267) уступ левого конца рычага 11, вращающегося на оси 9.

На станине станка (слева от суппорта) устанавливается упор (на рисунке не показан). При движении суппорта влево, когда резец доходит до конца резьбы, ролик 10 соприкасается с упором, вследствие чего правый конец рычага 11 поднимается, а левый — опускается. Одновременно с этим под действием пружины 6 ползун 3 быстро отходит вправо — к токарю, и резец выходит из резьбовой канавки. После перемещения суппорта в начальное положение поворотом рукоятки 13 или второго упора, установленного на станке, ползун приводится в рабочее положение. В этом положении ползун фиксируется рычагом 11, поднимающимся под действием плоской пружины 8. После этого вращением маховичка поперечной подачи осуществляется перемещение резца для следующего рабочего прохода.

Применение такого приспособления не только уменьшает время на управление станком, но позволяет увеличить скорость резания в три — пять раз против обычной, а это соответственно повышает

производительность процесса нарезания резьбы и одновременно снижает шероховатость поверхности нарезаемой резьбы.

Пример уменьшения вспомогательного времени путем совершенствования управления станком. При обработке ступенчатых деталей токарь-новатор Г. С. Борткевич добился значительного снижения времени на управление станком, уменьшив холостые перемещения резца, осуществляемые вручную. Он заметил, что продольные перемещения резца совершаются быстрее, чем поперечные, и меньше утомляют токаря. По существующим нормативам вспомогательного времени на перемещение резца в продольном направлении затрачивается в два — четыре раза меньше времени, чем на перемещение его в поперечном направлении. Учитывая это, Борткевич стал применять при обтачивании деталей с большими торцовыми поверхностями и короткими цилиндрическими ступенями порядок обработки, показанный на рис. 268, *а*. Обработка деталей с небольшими торцовыми поверхностями и длинными цилиндрическими ступенями выполняется им в последовательности согласно рис. 268, *б*. Последовательность обработки поверхностей для того и другого случаев показана на рис. 268 цифрами (1, 2, 3, 4). Такое построение процесса обработки способствует значительному сокращению вспомогательного времени.

Глава IV

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ

1. РАЦИОНАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Укрупнение и расчленение операции. Обработка деталей сложной формы производится обычно за несколько установок. Количество установок может быть при этом больше или меньше в зависимости от различных условий. В одних случаях производительность повышается, если количество установок сравнительно невелико; т. е. когда принят укрупненный план токарной обработки. При других условиях для повышения производительности следует разделять операцию на много установок или, как говорят, принимать расчлененный план обработки. Соображения, которыми следует руководствоваться в каждом отдельном случае, изложены в приводимых ниже примерах.

Укрупнение операции целесообразно, если форма и размеры детали таковы, что каждая новая установка ее на станке занимает много времени, а также если обработка детали может быть выполнена без частой смены инструмента и режима резания.

На рис. 269, а показаны три установки детали, предусмотренные существовавшим технологическим процессом. В первую установку у детали, закрепленной в центрах, подрезался буртик в размер 13 мм и обтачивалась концевая ступень до диаметра 72 мм. Во второй установке после поворота и закрепления детали в патроне с поддержкой люнетом у детали подрезался торец в размер 445 мм. В третью установку детали при таком же ее закреплении подрезался второй торец в размер 848 мм. Общая продолжительность операции составляла 27 мин.

По предложению токаря А. П. Савинова план обработки этой детали был укрупнен и обработку ее стали выполнять в две установки (рис. 269, б), закрепляя деталь в центрах. Правый конец детали при этом поддерживался полуцентром, что обеспечивало возможность обработки всей поверхности торца детали. В первую установку у детали подрезался буртик в размер 13 мм и торец

в размер 445 мм, а во вторую подрезался другой торец в размер 848 мм и обтачивалась концевая шейка детали до диаметра 72 мм. Общая продолжительность операции при двух установках составила лишь 8 мин. Расчлененный план обработки следует применять в серийном производстве, если форма и размеры обрабатываемой детали таковы, что установка и закрепление ее на станке отни-

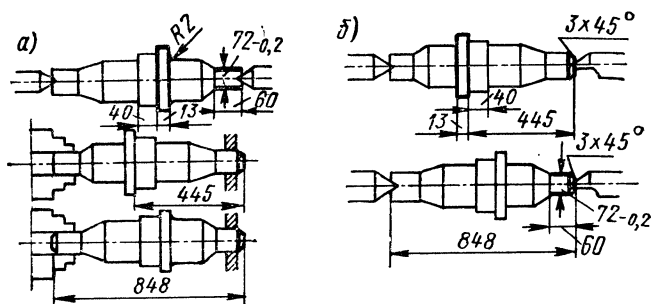


Рис. 269. Пример укрупнения операции

мают немного времени, а смена инструмента и режима резания должна производиться много раз.

На рис. 270, а показаны две установки шкива, при которых производилась его обработка. Шкив имеет много уступов, шеек, канавок и других обрабатываемых поверхностей, что создало необходимость многократных смен режущих инструментов. Это затрудняло работу по лимбам и упорам. Кроме того, при таком (укрупненном) плане обработки токарю приходилось часто изменять число оборотов шпинделя и величину подачи, производить большое количество



Рис. 270. Пример расчленения операции

измерений и т. д. Все это обусловило увеличение вспомогательного времени и быстро утомляло токаря, внимание которого было непрерывно напряжено.

Токарь-новатор П. Б. Быков предложил обрабатывать этот шкив за десять установок (рис. 270, б), в связи с чем штучное время обработки с 3 ч 45 мин уменьшилось до 1 ч 12 мин. Во всех установках шкив закрепляется в трехкулачковом самоцентрирующем патроне. Оправка не требуется.

Работа по методу цикличности переходов. Сущность метода состоит в том, что последовательность переходов, принятая для первой обрабатываемой детали, изменяется на обратную при обработке второй детали; обработка третьей детали производится так же, как первой, а четвертой — как второй, и т. д. Например, при одной установке детали (рис. 271, а) производится подрезание торца *A* и растачивание отверстия *B*. При этом у первой и каждой последующей нечетной детали сначала подрезается торец, а затем растачивается отверстие. У второй детали (и у всех последующих четных) сначала обрабатывается отверстие, а затем торец. В случае такого порядка обработки при переходе ко второй детали от первой сохраняется установка на размер расточного резца, а при переходе от второй детали к третьей не изменяется установка на размер l_1 подрезного резца.

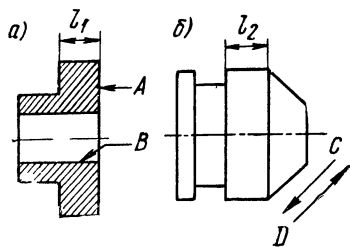


Рис. 271. Примеры обработки деталей по методу цикличности переходов

На рис. 271, б приведен еще один пример цикличности переходов. Обтачивание конической поверхности у этой детали производится резцом с двумя режущими кромками. Такая конструкция резца позволяет после обработки конуса у первой детали с подачей, направленной по стрелке *C*, выполнить обтачивание той же поверхности у второй детали с подачей по стрелке *D*. При этом уменьшается вспомогательное время за счет исключения установки резца на размер l_2 и на возврат его в исходное положение.

Множественная обработка. Сущность этого способа повышения производительности токарной обработки состоит в том, что при обработке деталей партиями на станке закрепляется одновременно несколько деталей. При этом уменьшается время на установку детали, установку резца на требуемый размер, на измерения и т. д. Время на установку и закрепление, приходящееся на каждую из закрепляемых одновременно деталей, уменьшается при рассматриваемом способе иногда немного. Но время, расходуемое при установке резца на размер, на измерения и т. д., приходящееся на каждую деталь при множественной обработке, уменьшается соответственно числу деталей, обрабатываемых одновременно.

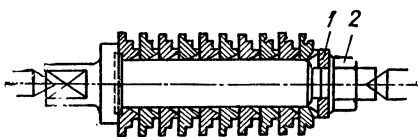


Рис. 272. Пример множественной обработки деталей

Пример множественной обработки показан на рис. 272. Время для установки на оправку каждой из десяти деталей будет примерно такое же, как и при установке на подобную оправку одной детали. Время на закрепление детали на оправку (установка шайбы 1 и заворачивание гайки 2) будет одинаковое в том и другом случае.

Но очевидно, что при установке на оправку десяти деталей время на закрепление каждой из них будет в десять раз меньше, чем при закреплении одной детали. В десять раз меньше (в данном случае), чем при обработке по одной детали, будет и время, необходимое для установки резца на размер, и т. д.

2. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГРУППОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

Предварительные замечания. Форма и размеры деталей машин, обрабатываемых на металлорежущих станках, в частности токарных, а также требования, предъявляемые к этим деталям, весьма разнообразны. Тем не менее, рассматривая эти детали с различных точек зрения, можно разделить их на сравнительно небольшое количество классов.

Так, в общесоюзном классификаторе промышленной и сельскохозяйственной продукции (ОКП), разработанном под руководством Госстандарта и Госплана СССР, отведено два класса для деталей общемашиностроительного назначения: класс 40 — тела вращения и класс 50 — детали, кроме тел вращения. Классы делятся на подклассы, группы, подгруппы и виды.

Закрепление за одним рабочим местом деталей, имеющих одинаковую или почти одинаковую конфигурацию (однотипных), обеспечивает специализацию этого рабочего места, а возможность работы без существенных переналадок позволяет резко повысить производительность труда. Однако подбор однотипных деталей, обеспечивающих длительную загрузку станка, возможен лишь при изготовлении их в очень больших количествах, так как весьма схожих по конфигурации деталей не так уж много. Технология обработки однотипных деталей называется типовой и используется главным образом в крупносерийном производстве.

Разбивка деталей на классы по общности их обработки или по видам оборудования, используемого при обработке с дальнейшим делением на укрупненные группы, обеспечивает возможность составления такого технологического процесса при изготовлении деталей малыми партиями, при котором их изготовление осуществляется наиболее рационально и экономично. Решение этой задачи, известное как метод групповой обработки деталей, разработано д-ром техн. наук С. П. Митрофановым.

Сущность метода групповой обработки деталей. Сущность метода пооперационного¹ группирования деталей состоит в следующем. Все детали разбиваются на классы по признаку оборудования, обеспечивающего наиболее рациональное изготовление деталей по определенным технологическим операциям (либо полностью — при деталях простой конфигурации, обрабатывающихся за одну опе-

¹ Возможно также группирование деталей по всему технологическому процессу, в основе которого лежит конструктивно-технологическая общность деталей.

рацию). Например, создаются классы деталей, обрабатываемых на токарных, revolverных, фрезерных и других станках.

В пределах каждого класса детали разбиваются на группы с учетом формы деталей, т. е. общности элементов, образующих

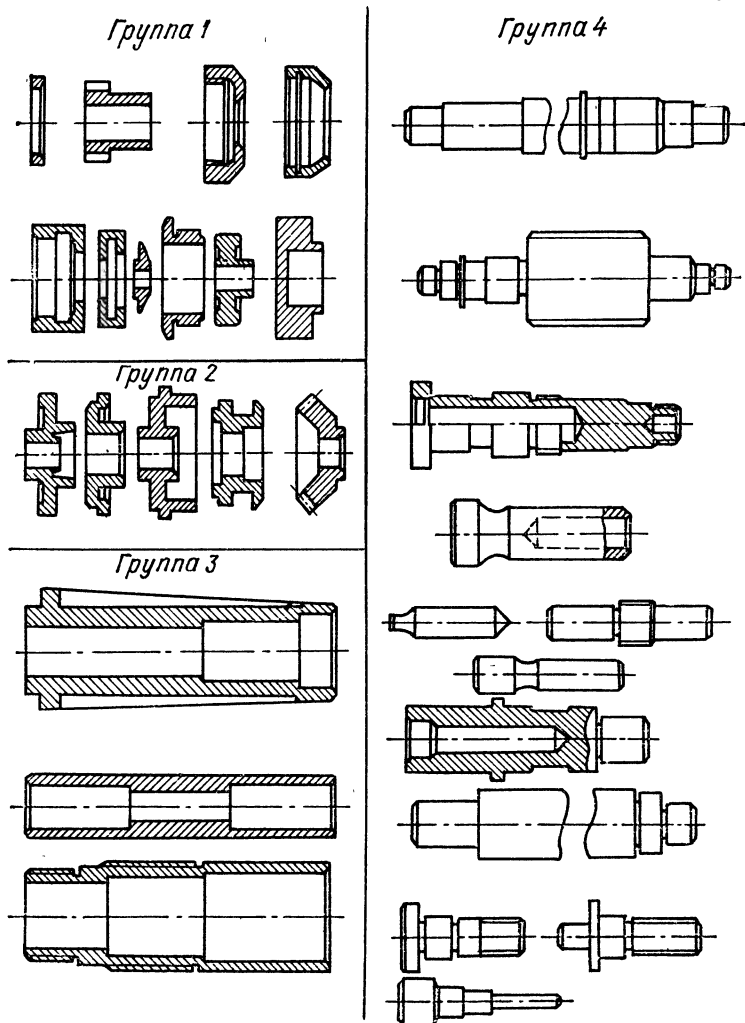


Рис. 273. Группы деталей, обрабатываемых на токарных станках без переналадки

ее конфигурацию; общности поверхностей, подлежащих обработке; общности построения технологического процесса изготовления этих деталей.

Обработка деталей одной группы должна концентрироваться по каждой операции на одном рабочем месте с применением груп-

повой настройки и характерных для данной группы приспособлений и инструментов.

В качестве примера на рис. 273 приведены четыре группы деталей, обрабатываемых на токарных станках.

Для составления технологического процесса обработки деталей принятых групп, называемого групповым, в каждой группе может быть выделена характерная для нее деталь, называемая комплексной. Такая деталь состоит из ряда простых поверхностей: наружных и внутренних цилиндрических, конических, наружных и внутренних канавок, резьбовых поверхностей и т. п. У остальных деталей имеются лишь некоторые из этих поверхностей.

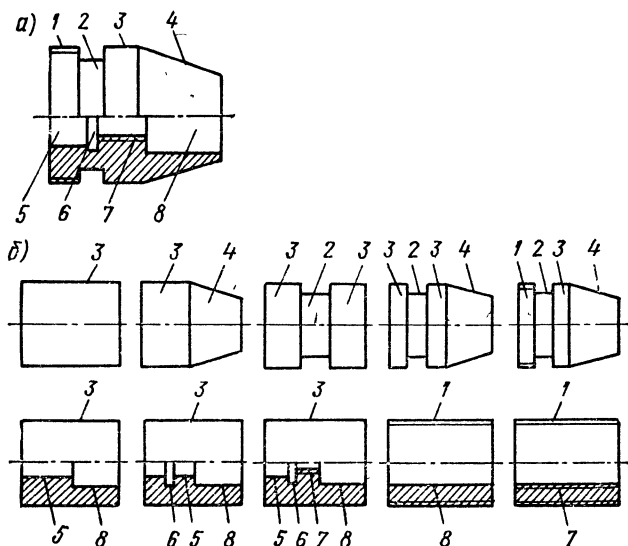


Рис. 274. Комплексная (а) и другие (б) детали группы

Таким образом, комплексная деталь является наиболее сложной в данной группе.

На рис. 274 показан ряд деталей, причем одинаковые (по своему виду) поверхности этих деталей обозначены одними и теми же цифрами: 1 — наружная резьба; 2 — наружная канавка; 3 — цилиндрическая наружная поверхность; 4 — коническая наружная поверхность; 5 — поверхность с уступами внутренняя; 6 — внутренняя канавка; 7 — внутренняя резьба; 8 — цилиндрическая внутренняя и две торцовые поверхности — левая и правая.

У детали, показанной на рис. 274, а, встречаются все перечисленные поверхности, поэтому она является комплексной для всех деталей, приведенных на рис. 274, б. Для комплексной детали составляется групповой технологический процесс, предусматривающий возможность уменьшения количества операций и переходов

с использованием общих приспособлений и инструментов (групповая наладка).

Приведенный пример является классическим. В практике группирования деталей можно обходиться и без создания комплексной детали. Все детали подобранной группы обрабатываются на одном станке, настроенном в соответствии с групповым технологическим процессом и оснащенном приспособлениями и инструментами, допускающими быструю и простую переналадку. Если для обработки какой-либо детали все инструменты не нужны, используются лишь те, которые необходимы. В отдельных случаях возможна замена одного инструмента другим.

В условиях групповой обработки деталей таким образом обеспечивается возможность специализации рабочих мест и применения

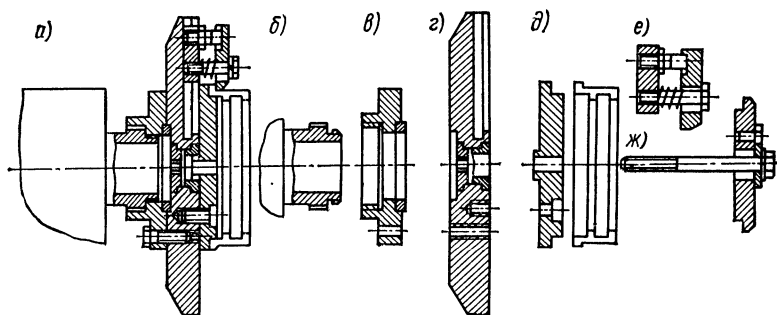


Рис. 275. Групповая наладка (а) и унифицированные узлы и детали токарного приспособления

станков, хорошо оснащенных многорезцовыми головками, многоместными державками для закрепления режущих инструментов в пиноли задней бабки, продольным и поперечным упорами (рассмотренными в предыдущей главе), что резко сокращает подготовительно-заключительное и вспомогательное время.

Как показывает опыт рабочих многих заводов, применение метода групповой обработки деталей в условиях единичного и мелкосерийного производства позволяет широко использовать групповые настройки станков, обеспечивающие специализацию рабочих мест и, как следствие, значительное повышение производительности.

На Пермском моторостроительном заводе им. Свердлова для обработки деталей диаметром до 2000 мм для 16 типов токарных станков вместо использовавшихся ранее 12 тыс. разных специальных приспособлений создали единую систему унифицированного группового оснащения токарных станков.

На рис. 275, а показана групповая наладка в сборе. С помощью переходной планшайбы (рис. 275, в) на шпиндель станка (рис. 275, б) устанавливается базовое приспособление (планшайба с Т-образными

пазами, рис. 275, *г*) для обработки группы деталей. При смене обрабатываемой детали требуется заменять только быстросменяемые узлы центрирования и крепления типа показанных на рис. 275, *д*, *е* и *ж*.

3. ПРИМЕНЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНО-СБОРНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

В последние годы на многих заводах широкое распространение получила система применения универсально-сборных приспособлений (УСП).

Система заключается в том, что различные специальные приспособления для обработки деталей на разных станках, в том числе

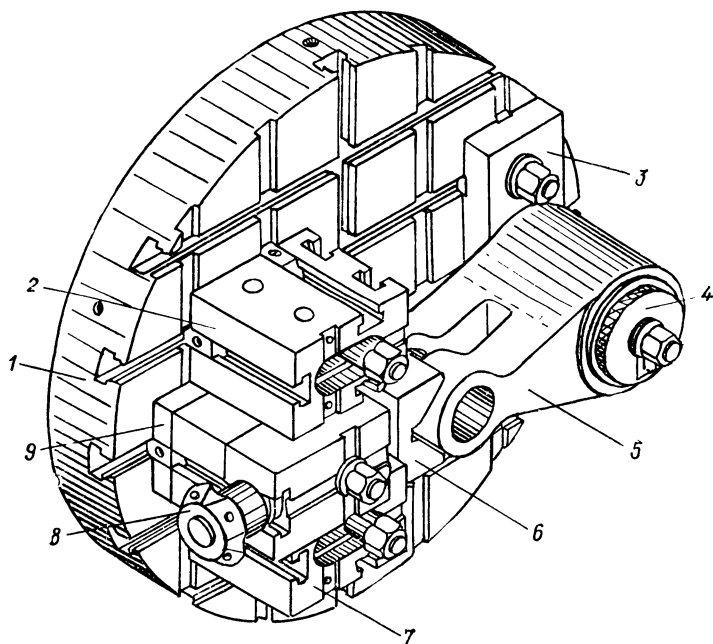


Рис. 276. Универсально-сборное приспособление для токарной операции

и токарных, могут собираться в цеховых условиях в очень короткие сроки (0,5—1 ч) без предварительного проектирования из унифицированных, заранее подготовленных деталей.

По собственному заказу, предъявив деталь, подлежащую обработке (обычно такие приспособления собираются для расточки отверстий в литых деталях, для обработки деталей с эксцентрично расположенными цилиндрическими поверхностями и т. п.), токарь получает через несколько часов необходимое приспособление, собранное на специальном участке УСП.

На рис. 276 показано токарное приспособление, собранное из элементов УСП.

Литая деталь 5 центрируется по обработанному ранее отверстию на пальце планки 3 и закрепляется гайкой с помощью съемной шайбы 4. Для расточки малого отверстия в проушине детали она ориентируется на приспособлении посредством призмы 6, поджимаемой маховичком 8. Механизм поджима смонтирован в блоке 9. Блоки 2 и 7 — противовесы, устанавливаемые на приспособлении для его балансировки. Все три блока с механизмом поджима собраны из стандартных элементов и смонтированы так же, как и специальная планка 3 с центрирующим пальцем, на стандартной плите 1.

4. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ

Общие положения. *Модернизацией* называется такая переделка сравнительно старого станка, после которой он в большей или меньшей степени приобретает качества современного.

Модернизация станков производится путем следующих основных мероприятий:

1) повышения числа оборотов шпинделя станка и увеличения его мощности, а также увеличения количества скоростей вращения шпинделя;

2) увеличения наибольшей подачи, имеющейся на данном станке, и расширения пределов подач;

3) повышения жесткости и виброустойчивости станка;

4) повышения степени автоматизации станка, оснащения его различными дополнительными устройствами, сокращающими вспомогательное время и облегчающими условия труда;

5) расширения технологических возможностей станка или его специализации;

6) обеспечения безопасности работы на станке.

Повышение быстроходности и мощности станков старых моделей достигается различными способами, из которых наиболее часто применяются:

1) замена шкива электродвигателя шкивом большего диаметра;

2) замена шкивов клиноременной передачи другими, с большим числом ремней;

3) замена электродвигателя станка более мощным;

4) замена плоскоременной передачи клиноременной;

5) увеличение количества дисков фрикционной муфты;

6) замена наиболее слабого звена (например, блока шестерен) коробки скоростей и улучшение системы смазки этой коробки.

Для увеличения количества скоростей станка в его коробке скоростей устанавливаются дополнительные пары шестерен.

Увеличение наибольшей подачи без изменения наименьшей осуществляется путем установки дополнительных зубчатых колес в коробке подач или на валах привода подачи в коробке скоростей.

Для увеличения всех подач соответствующим образом изменяются передаточные отношения зубчатых колес гитары, последней пары шестерен коробки подач, передающей движение ходовому валу, и колес фартука.

С целью повышения жесткости станков и способности их к поглощению вибраций необходимы:

а) установка электродвигателя станка на полу или в нижней части станка;

б) улучшение пригонки вкладышей подшипников скольжения к корпусу или увеличение плотности посадки колец подшипников качения шпинделя и других валов коробки скоростей;

в) балансировка быстровращающихся деталей, применение уравновешенных патронов и т. п.;

г) повышение плавности работы ременных и зубчатых передач, применение клиновых ремней вместо плоских, применение наиболее совершенных способов соединения ремней, возможно меньше изменяющих их толщину в месте соединения;

д) увеличение жесткости закрепления задней бабки на станке и пиноли в бабке;

е) повышение качества пригонки направляющих всех частей суппорта и устранение зазора в гайке поперечных салазок.

Перечисленные мероприятия по модернизации станка обеспечивают возможность повышения режимов резания на данном станке и способствуют уменьшению основного времени обработки.

Ни одно из мероприятий, связанных с изменением конструкции станка, не должно быть осуществлено без предварительной проверки расчетом скорости и мощности, допустимых деталями станка.

5. ОСНАЩЕНИЕ СТАНКА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ, СОКРАЩАЮЩИМИ ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ВРЕМЯ

Такие устройства и приспособления по их назначению можно разделить на следующие основные группы:

а) приспособления для закрепления обрабатываемых деталей;

б) рациональные устройства для закрепления режущих инструментов;

в) устройства для отсчета перемещений суппорта;

г) копировальные устройства.

Примеры таких приспособлений и устройств, за исключением механизированных копировальных, рассмотрены в предыдущей главе. Здесь подчеркнем лишь следующее.

Первоочередной задачей при решении вопроса о закреплении деталей является широкое применение механизированных приводов для управления зажимными устройствами, например, пневматических. Во всех случаях, когда это почему-либо не удастся, надо применять быстродействующие зажимные устройства, что позволяет закреплять деталь в процессе ее установки без затраты

дополнительного времени (рифленый передний центр, центр-поводок) или с наименьшей затратой этого времени (бесключевой патрон).

Необходимость широкого применения различных многоместных устройств для закрепления режущих инструментов как на суппорте, так и в пиноли задней бабки очевидна. То же самое можно сказать и о внедрении и постоянном использовании устройств для отсчета

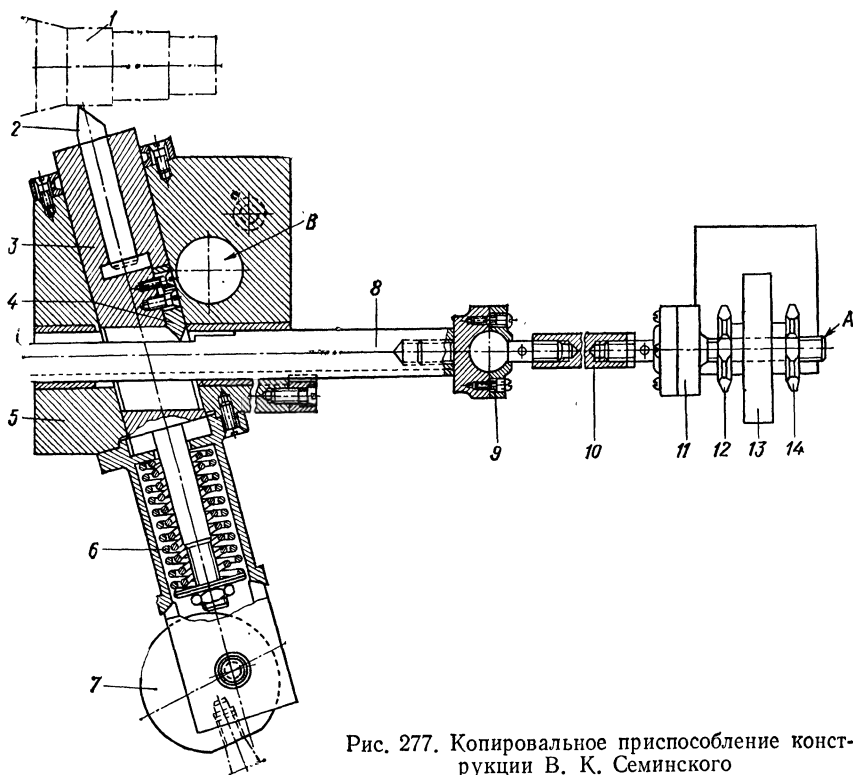


Рис. 277. Копировальное приспособление конструкции В. К. Семинского

перемещений суппорта — лимбов, упоров и т. п. Здесь же еще раз отметим, что оснащение станка подобными устройствами — непременное условие рационального применения метода групповой обработки деталей.

При описании обработки фасонных поверхностей были рассмотрены самые простейшие копируальные устройства. Более сложные устройства того же назначения позволяют обрабатывать не только поверхности криволинейного профиля, но и детали ступенчатой формы. Процесс обработки детали при этом в значительной части механизмируется.

На рис. 277 показано копируальное приспособление для обработки ступенчатых деталей, предложенное токарем-новатором

В. К. Семинским. Внутри корпуса 5 приспособления, устанавливаемого на суппорте станка, вместо обычной резцовой головки помещается скалка 3 с резцом 2, перемещающаяся в осевом направлении. Под действием пружины 6 шуп 4 прижимается к поверхности копира 8. Копир представляет собой штангу с лысками, образующими ступенчатую поверхность. Длина ступеней копира равна длине шеек обрабатываемой детали 1, а высота их соответствует разности радиусов ее ступеней. Копир 8 посредством шарнира 9, тяги 10, муфты 11 и хвостовика А связан с кронштейном 13, закрепленным на станине станка. Хвостовик шарнира проходит через расположенное горизонтально продолговатое отверстие, имеющееся в кронштейне 13. Наличие такого отверстия обеспечивает возможность перемещения копира (вместе с поперечными салазками суппорта), а посредством гаек 12 и 14 производится установка копира в осевом направлении.

При продольной автоматической подаче суппорта шуп 4 скользит по поверхности очередной ступени копира. В момент, когда шуп доходит до уступа копира (напоминаем, что в процессе работы суппорт перемещается влево, а копир неподвижен), он быстро соскакивает под действием пружины 6 на следующую ступень копира. Так как скалка расположена под углом 15° к оси станка, резец, отходя назад, несколько смещается в сторону задней бабки, что обеспечивает отход резца от уступа детали. При обратном движении суппорта скалка 3 перемещается вперед с помощью эксцентрика 7, управляемого рукояткой.

Заменяя копир другим, можно с помощью рассмотренного приспособления обрабатывать разные конические и фасонные поверхности.

Через отверстие В в корпусе копира проходит болт, посредством которого он закрепляется на суппорте станка.

Во время работы рассмотренного устройства копир испытывает большие давления шупа. Во избежание быстрого износа копира он должен быть твердым, что достигается термической обработкой его с последующим шлифованием. В результате копир получается довольно дорогим и применение его оправдывается лишь при сравнительно больших партиях изготавливаемых деталей. К достоинствам механического копира относятся простота и возможность изготовления его собственными силами на любом машиностроительном заводе.

Гидравлические копирующие устройства (гидросуппорты) не имеют указанного выше недостатка. Схема устройства гидросуппорта типа КСТ-1 показана на рис. 278. Гидросуппорт устанавливают на специальных поперечных салазках позади станка; так же в особых бабках устанавливают образцовую деталь 6, являющуюся копиром. От насоса 14 масло из бака 15 через фильтр 12 по гибкому шлангу 11 поступает в канал D неподвижного штока 9 поршня 10. Через поперечное отверстие С в штоке масло попадает в полость F подвижного гидравлического цилиндра, расположенного внутри

суппорта 7. Из полости *F* масло поступает через отверстие *B* поршня в полость *E* и оттуда через гибкий шланг 5 и золотник в сливной трубопровод 4. При перегрузке давления в системе масло, нагнетаемое насосом 14, сливается в бак 15 через предохранительный клапан 13.

Отверстие *В* имеет очень небольшой диаметр и оказывает большое сопротивление при проходе масла из полости *Р* в полость *Е*. Вследствие этого при достаточно большой щели *А* золотника 2 давление в полости *Е* будет значительно меньше, чем в полости *Р*. Давление масла, действуя на заднюю крышку цилиндра, будет перемещать корпус гидросуппорта назад.

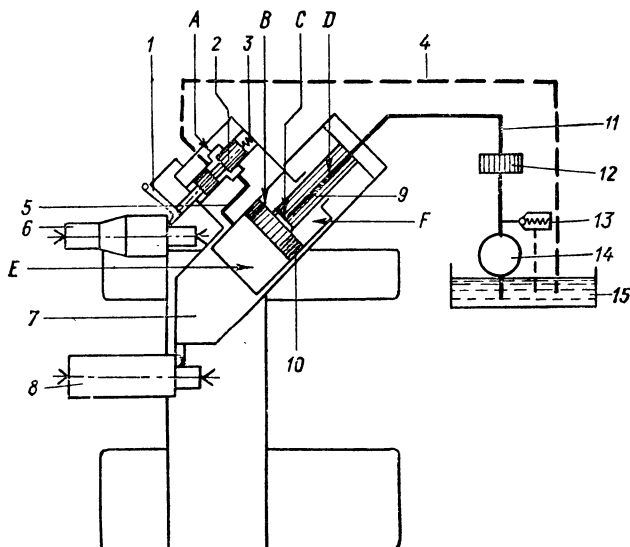


Рис. 278. Схема устройства гидравлического суппорта

Если золотник 2 закроет щель A , то в полостях E и F установится одинаковое давление. Но так как площадь передней крышки цилиндра больше площади задней крышки (на величину площади поперечного сечения штока 9), то при одинаковом давлении силы, действующая на переднюю крышку, будет больше силы, действующей на заднюю крышку, и суппорт станет перемещаться вперед.

Может быть установлена такая величина щели, что давление в полости E будет меньше, чем в полости F , а силы, действующие на переднюю и заднюю крышки, окажутся одинаковыми. В этом случае гидросуппорт останется неподвижным.

Последнее положение соответствует обтачиванию цилиндрической поверхности.

Золотник 2 под действием пружины 3 прижимается к качающемуся рычагу 1 щупа, который опирается на поверхность образ-

цовой детали 6. Когда шуп опирается на цилиндрическую поверхность детали, золотник занимает указанное выше положение; гидросуппорт при этом остается неподвижным. Если профиль образцовой детали имеет подъем, то при продольном движении суппорта рычаг 1 будет отклоняться и перемещать золотник 2 назад. При этом щель А будет увеличиваться, а давление в полости Е цилиндра уменьшаться. Гидросуппорт в этом случае под действием давления в полости F станет перемещаться назад. Вместе с гидросуппортом перемещается и корпус золотника 2, что приводит к уменьшению щели А и прекращению движения гидросуппорта.

Таким образом, гидросуппорт как бы следит за положением шупа, поэтому подобная система управления движением суппорта называется следящей.

Если профиль образцовой детали имеет падение, золотник под действием пружины перемещается вперед и прикрывает щель А. Давление в полости Е возрастает, и гидросуппорт перемещается вперед. Такая конструкция гидропривода позволяет обрабатывать ниспадающие профили с углом не более 25—30°.

При обработке перпендикулярных уступов шуп, упираясь в уступ, перемещает золотник 2 назад, открывает щель А, и гидросуппорт начинает перемещаться назад. Так как гидросуппорт двигается по направляющим, расположенным под углом 45°, он одновременно смещается относительно нижних салазок в направлении задней бабки, компенсируя продольное перемещение нижних салазок. Таким образом, резец перемещается в плоскости, перпендикулярной к оси обрабатываемой детали 8, и подрезает торец соответствующей ступени.

Такая конструкция гидросуппорта позволяет обрабатывать только те торцы, которые обращены в сторону задней бабки. Поэтому большинство деталей приходится обрабатывать с двух установок с поворотом, обтачивая сначала торцы, обращенные в сторону задней бабки, а затем противоположные.

Опыт ряда заводов показал, что гидросуппорт обеспечивает точность в пределах между 3 и 4-м классами точности.

6. НАУЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ТРУДА (НОТ) НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ ТОКАРЯ

Организация рабочего места является одним из важнейших факторов в системе научной организации труда (НОТ). Рациональная организация рабочего места — основа высокой производительности труда.

Хорошо организовать рабочее место значительно легче, если оно специализировано. При работе на токарном станке в условиях единичного или мелкосерийного производства это значит, что на данном рабочем месте обрабатывается ограниченная номенклатура деталей (группа или несколько групп). Например, только валы определенных размеров, обрабатываемые в центрах; только

втулки, закрепляемые в цанговом патроне; только детали, обрабатываемые на планшайбе и т. п. При такой организации труда (групповой обработке) токарю не надо при переходе к обработке партии новых деталей перестраиваться, т. е. менять приспособление, а нередко и инструмент, появляются навыки, позволяющие значительно повысить производительность труда.

Институтом Оргстанкинпром разработана система организации рабочих мест в мелкосерийном производстве. В частности, согласно этой системе, рабочие места станочников оснащаются приемным столом, позволяющим устанавливать на нем тару как для заготовок, так и для готовых деталей. Нижняя полка используется для технологической оснастки.

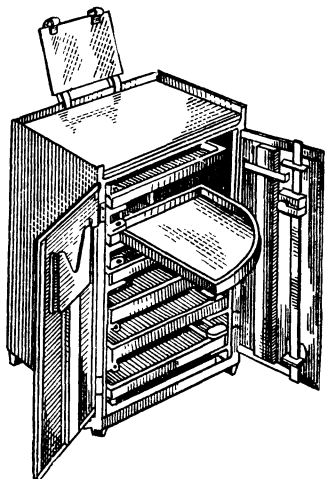


Рис. 279. Тумбочка для инструмента с поворотнo-выдвигными полками

Тумбочка для двух сменщиков имеет легко выдвигающиеся ящики, в которых в определенном порядке расположен инструмент. В верхнем ящике рекомендуется размещать измерительный инструмент, а также чертежи, наряды и другие документы. В среднем ящике — резцы в строго определенном порядке. Ниже — сверла, метчики, плашки и прочий режущий инструмент широкой применимости. Внизу — центры, хомутики, переходные втулки и прочий вспомогательный инструмент.

На внутренней стороне дверцы тумбочки размещают крупногабаритный измерительный инструмент — штангенциркули, линейки. Сверху на тумбочке установлен кронштейн для закрепления чертежей.

Перед началом работы рекомендуется располагать ключи и другие предметы, которыми приходится часто пользоваться, так, чтобы все, что нужно брать правой рукой, размещалось справа, левой — слева.

Подставка-решетка для ног предохраняет обувь от порезов стружкой и порчи осаждающейся у станка смазочно-охлаждающей

жидкостью. Подставка делается легко регулируемой по высоте в зависимости от роста токаря, что облегчает его работу.

На рис. 279 показана тумбочка к рабочему месту токаря, в которой ящики заменены более удобными поворотными полками. Имеются тумбочки, выполненные из оргстекла. Прозрачные стенки позволяют видеть содержимое тумбочки и быстро находить требующийся инструмент.

Рациональное размещение тары с заготовками и для готовых деталей, а также тумбочки с инструментом позволяет значительно сокращать утомляемость токаря. На снижение утомляемости влияют также такие факторы, как правильно подобранная окраска станка, вспомогательного оборудования и стен помещения, снижение шума в цехе, удобная одежда токаря и ряд других психо-физиологических факторов.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица тангенсов

Градусы	Тангенс							Градусы
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
0	0,000	0,003	0,006	0,009	0,012	0,015	0,017	0
1	0,017	0,020	0,023	0,026	0,029	0,032	0,035	1
2	0,035	0,038	0,041	0,044	0,047	0,049	0,052	2
3	0,052	0,055	0,058	0,061	0,064	0,067	0,070	3
4	0,070	0,073	0,076	0,079	0,082	0,085	0,087	4
5	0,087	0,090	0,093	0,096	0,099	0,102	0,105	5
6	0,105	0,108	0,111	0,114	0,117	0,120	0,123	6
7	0,123	0,126	0,129	0,132	0,135	0,138	0,141	7
8	0,141	0,144	0,146	0,149	0,152	0,155	0,158	8
9	0,158	0,161	0,164	0,167	0,170	0,173	0,176	9
10	0,176	0,179	0,182	0,185	0,188	0,191	0,194	10
11	0,194	0,197	0,200	0,203	0,206	0,210	0,213	11
12	0,213	0,216	0,219	0,222	0,225	0,228	0,231	12
13	0,231	0,234	0,237	0,240	0,243	0,246	0,249	13
14	0,249	0,252	0,256	0,259	0,262	0,265	0,268	14
15	0,268	0,271	0,274	0,277	0,280	0,284	0,287	15
16	0,287	0,290	0,293	0,296	0,299	0,303	0,306	16
17	0,306	0,309	0,312	0,315	0,319	0,322	0,325	17
18	0,325	0,328	0,331	0,335	0,338	0,341	0,344	18
19	0,344	0,348	0,351	0,354	0,357	0,361	0,364	19
20	0,364	0,367	0,371	0,374	0,377	0,381	0,384	20
21	0,384	0,387	0,391	0,394	0,397	0,401	0,404	21
22	0,404	0,407	0,411	0,414	0,418	0,421	0,424	22
23	0,424	0,428	0,431	0,435	0,438	0,442	0,445	23
24	0,445	0,449	0,452	0,456	0,459	0,463	0,466	24
25	0,466	0,470	0,473	0,477	0,481	0,484	0,488	25
26	0,488	0,491	0,495	0,499	0,502	0,506	0,510	26
27	0,510	0,513	0,517	0,521	0,524	0,528	0,532	27
28	0,532	0,535	0,539	0,543	0,547	0,551	0,554	28
29	0,554	0,558	0,562	0,566	0,570	0,573	0,577	29

Градусы	Тангенс							Градусы
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	
30	0,577	0,581	0,585	0,589	0,593	0,597	0,601	30
31	0,601	0,605	0,609	0,613	0,617	0,621	0,625	31
32	0,625	0,629	0,633	0,637	0,641	0,645	0,649	32
33	0,649	0,654	0,658	0,662	0,666	0,670	0,675	33
34	0,675	0,679	0,683	0,687	0,692	0,696	0,700	34
35	0,700	0,705	0,709	0,713	0,718	0,722	0,727	35
36	0,727	0,731	0,735	0,740	0,744	0,749	0,754	36
37	0,754	0,758	0,763	0,767	0,772	0,777	0,781	37
38	0,781	0,786	0,791	0,795	0,800	0,805	0,810	38
39	0,810	0,815	0,819	0,824	0,829	0,834	0,839	39
40	0,839	0,844	0,849	0,854	0,859	0,864	0,869	40
41	0,869	0,874	0,880	0,885	0,890	0,895	0,900	41
42	0,900	0,906	0,911	0,916	0,922	0,927	0,933	42
43	0,933	0,938	0,943	0,949	0,955	0,960	0,966	43
44	0,966	0,971	0,977	0,983	0,988	0,994	1,000	44
45	1,000	1,006	1,012	1,018	1,024	1,030	1,036	45
46	1,036	1,042	1,048	1,054	1,060	1,066	1,072	46
47	1,072	1,079	1,085	1,091	1,098	1,104	1,111	47
48	1,111	1,117	1,124	1,130	1,137	1,144	1,150	48
49	1,150	1,157	1,164	1,171	1,178	1,185	1,192	49
50	1,192	1,199	1,206	1,213	1,220	1,228	1,235	50
51	1,235	1,242	1,250	1,257	1,265	1,272	1,280	51
52	1,280	1,288	1,295	1,303	1,311	1,319	1,327	52
53	1,327	1,335	1,343	1,351	1,360	1,368	1,376	53
54	1,376	1,385	1,393	1,402	1,411	1,419	1,428	54
55	1,428	1,437	1,446	1,455	1,464	1,473	1,482	55
56	1,483	1,492	1,501	1,511	1,520	1,530	1,540	56
57	1,540	1,550	1,560	1,570	1,580	1,590	1,600	57
58	1,600	1,611	1,621	1,632	1,643	1,653	1,664	58
59	1,664	1,675	1,686	1,698	1,709	1,721	1,732	59
60	1,732	1,744	1,756	1,768	1,780	1,792	1,804	60
61	1,804	1,816	1,829	1,842	1,855	1,868	1,881	61
62	1,881	1,894	1,907	1,921	1,935	1,949	1,963	62
63	1,963	1,977	1,991	2,006	2,020	2,035	2,050	63
64	2,050	2,066	2,081	2,097	2,112	2,128	2,145	64
65	2,145	2,161	2,177	2,194	2,211	2,229	2,246	65
66	2,246	2,264	2,282	2,300	2,318	2,337	2,356	66
67	2,356	2,375	2,395	2,414	2,434	2,455	2,475	67
68	2,475	2,496	2,517	2,539	2,561	2,583	2,605	68
69	2,605	2,628	2,651	2,675	2,699	2,723	2,748	69
70	2,748	2,773	2,798	2,824	2,850	2,877	2,904	70
71	2,904	2,932	2,960	2,989	3,018	3,048	3,078	71
72	3,078	3,108	3,140	3,172	3,204	3,237	3,271	72
73	3,271	3,305	3,340	3,376	3,412	3,450	3,487	73
74	3,487	3,526	3,566	3,606	3,647	3,689	3,732	74

Продолжение приложения

Градусы	Тангенс							Градусы
	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	
75	3,732	3,766	3,821	3,867	3,914	3,962	4,011	75
76	4,011	4,061	4,113	4,165	4,219	4,275	4,331	76
77	4,332	4,390	4,449	4,511	4,574	4,638	4,705	77
78	4,705	4,733	4,843	4,915	4,989	5,066	5,145	78
79	5,145	5,226	5,309	5,396	5,485	5,576	5,671	79
80	5,671	5,769	5,871	5,976	6,084	6,197	6,314	80
81	6,314	6,435	6,561	6,691	6,827	6,968	7,115	81
82	7,115	7,269	7,429	7,596	7,770	7,963	8,144	82
83	8,144	8,345	8,556	8,777	9,010	9,255	9,514	83
84	9,514	9,788	10,078	10,385	10,712	11,059	11,430	84
85	11,430	11,826	12,250	12,706	13,197	13,727	14,301	85
86	14,301	14,924	15,605	16,350	17,169	18,075	19,081	86
87	19,081	20,206	21,470	22,904	24,542	26,432	28,636	87
88	28,636	31,242	34,368	38,189	42,964	49,104	57,290	88
89	57,290	68,750	85,940	114,589	171,885	343,774		89

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бергер И. И. Справочник молодого токаря. Минск, «Высшая школа», 1972, 320 с.
2. Глазов Г. А. Комплексная механизация механических цехов в мелко-серийном производстве. Л., «Машиностроение», 1972, 208 с.
3. Денежный П. М., Стыскин Г. М., Тхор И. Е. Токарное дело. М., «Высшая школа», 1973, 304 с.
4. Дыков А. Т., Ясинский Г. И. Прогрессивный режущий инструмент в машиностроении. Л., «Машиностроение», 1972, 224 с.
5. Зайцев Б. Г., Завгороднев П. И., Шевченко А. С. Справочник молодого токаря. М., «Высшая школа», 1972, 352 с.
6. Захаров В. И. Технология токарной обработки, Лениздат, 1972, 496 с.
7. Кучер А. М., Киватицкий М. М., Покровский А. А. Металлорежущие станки. Л., «Машиностроение», 1972, 307 с.
8. Оглоблин А. Н. Справочник токаря. Л., Машгиз, 1961, 510 с.
9. Поволоцкий Б. А., Цыганов М. А. Безопасность труда при холодной обработке металлов. М., «Машиностроение», 1972, 112 с.
10. Шнейдер Ю. Г. Инструмент для чистовой обработки металлов давлением. Л., «Машиностроение», 1971, 248 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
-----------------------	---

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ТОКАРНОГО ДЕЛА

Г л а в а I. Основные сведения о процессе резания и резцах	5
1. Необходимые понятия и определения	—
2. Основы учения о резании металлов	13
3. Предварительные сведения о токарных резцах	22
Г л а в а II. Токарные станки и их обслуживание	37
1. Устройство токарно-винторезного станка модели 1К62	—
2. Устройство основных узлов токарно-винторезного станка модели 1К62	45
3. Токарно-винторезный станок модели 16К20	53
4. Уход за токарным станком и безопасность работы на нем	55
Г л а в а III. Закрепление деталей, обрабатываемых на токарных станках	61
1. Приспособления для закрепления деталей, обрабатываемых в центрах	—
2. Приспособления для закрепления деталей за наружную поверхность	69
3. Приспособления для закрепления деталей за отверстие	79
Г л а в а IV. Шероховатость и точность поверхностей, обрабатываемых на токарных станках	83
1. Жесткость и вибрации при токарной обработке	—
2. Шероховатость и точность поверхностей в зависимости от условий токарной обработки	88
3. Основные сведения о допусках и посадках	93
4. Точность формы и взаиморасположения поверхностей	102
5. Общие понятия о базах и базировании деталей на токарных станках	106

ЧАСТЬ ВТОРАЯ ОСНОВНЫЕ ТОКАРНЫЕ РАБОТЫ

Г л а в а I. Обработка наружных цилиндрических и торцовых поверхностей	111
1. Черновое обтачивание цилиндрических поверхностей	—
2. Чистовая обработка и отделка цилиндрических поверхностей	131
3. Обработка торцов и уступов	149
4. Прорезание канавок и отрезание	154

Глава II. Обработка цилиндрических отверстий	161
1. Сверление, рассверливание и зенкерование отверстий	—
2. Растачивание отверстий	170
3. Развертывание отверстий	174
4. Измерение отверстий	179
5. Обработка уступов и канавок, расположенных в отверстиях	182
Глава III. Обработка конических поверхностей	187
1. Общие сведения о конусах	—
2. Обработка наружных конусов установленным (широким) резцом	190
3. Обработка наружных конусов при повернутых верхних салазках суппорта	192
4. Обработка наружных конусов при смещенной задней бабке	194
5. Обработка наружных конусов при помощи конусной линейки и гидросуппорта	198
6. Обработка конических отверстий	201
Глава IV. Нарезание резьбы	205
1. Общие сведения о резьбах	—
2. Основные понятия о допусках на резьбы	210
3. Настройка станка для нарезания резьбы	212
4. Нарезание треугольной резьбы резцами	216
5. Нарезание треугольной резьбы плашками и метчиками	227
6. Нарезание прямоугольной, трапециoidalной и многозаходной резьб	233
Глава V. Некоторые особые токарные работы	240
1. Обработка нежестких деталей	—
2. Обработка на планшайбе и угольнике	243
3. Обработка деталей с эксцентрично расположенными поверхностями	246
4. Обработка фасонных поверхностей	248
5. Накатывание рифленых поверхностей	252

ЧАСТЬ ТРЕТЬЯ

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПРИ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКЕ

Глава I. Основные понятия о технологическом процессе и технической норме времени	255
1. Технологический процесс и его составные части	—
2. Документация технологического процесса	257
3. Состав технической нормы времени	—
4. Необходимость одновременного уменьшения всех составляющих нормы времени	259
Глава II. Способы уменьшения основного времени	261
1. Повышение режима резания	—
2. Применение высокопроизводительных резцов	267
3. Рационализация процесса обработки	275
4. Повышение жесткости закрепления детали	277
Глава III. Способы уменьшения вспомогательного времени	279
1. Применение рациональных зажимных приспособлений	—
2. Уменьшение времени на установку режущих инструментов	289
3. Уменьшение времени на измерение детали	294
	325

4. Уменьшение времени на управление задней бабкой	299
5. Уменьшение времени на управление станком	301
Г л а в а IV. Организационно-технические мероприятия, повышающие производительность токарной обработки	304
1. Рационализация технологического процесса	—
2. Применение метода групповой обработки деталей	307
3. Применение универсально-сборных приспособлений	311
4. Основные направления модернизации токарных станков	312
5. Оснащение станка дополнительными устройствами, сокращаю- щими вспомогательное время	313
6. Научная организация труда (НОТ) на рабочем месте токаря	317
Приложение	320
Список литературы	323

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАШИНОСТРОЕНИЕ»

*выпускает в 1974 году следующие книги,
которые могут представить интерес для мо-
лодых рабочих различных профессий*

Рожин В. А. Моя профессия — формовщик. 3,5 л.

Чуев А. В. Токарь — профессия знатная. 5 л.

Муслин Е. С. Твоя профессия — огонь и молот.
12 л.

Гуляев А. П., Малинина К. А., Саверина С. М. Инструментальные стали. Справочник.
Изд. 2-е, перераб. 19 л.

Справочник сварщика. Под ред. В. В. Степанова.
Изд. 3-е. 34 л.

Хряпин В. Е., Лакедемонский А. В. Справочник паяльщика. Изд. 4-е, перераб. и доп. 24 л.

Обработка металлов резанием. Справочник технолога. Колл. авторов. 50 л.

Справочник по производственному контролю в машиностроении. Под ред. А. К. Кутая. Изд. 3-е, перераб. и доп. 55 л.

Библиотечка газосварщика (13 выпусков общим объемом 65 л.). Содержит все важнейшие разделы газопламенной обработки материалов.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЗАКАЗОВ НЕ ПРИНИМАЕТ

Александр Николаевич ОГЛОБЛИН

ОСНОВЫ ТОКАРНОГО ДЕЛА

Редактор издательства Л. И. В о ж и к. Переплет художника Б. П. С е д о в а.
Технический редактор А. А. Б а р д и н а, Корректор Л. Ф. Б о р и с о в а

Сдано в набор 12/XII 1973 г. Подписано к печати 11/IV 1974 г. М-07608. Формат бумаги 60×90¹/₁₆. Бумага типографская № 3. Печ. л. 20,5. Уч.-изд. л. 21,1. Тираж 145 000 экз.
Зак. № 1147. Цена 84 коп.

Ленинградское отделение издательства «МАШИНОСТРОЕНИЕ»
191065, Ленинград, ул. Дзержинского, 10

Ордена Трудового Красного Знамени Ленинградская типография № 1 «Печатный
Двор» имени А. М. Горького Союзполиграфпрома при Государственном комитете
Совета Министров СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли,
197136, Ленинград, П-136, Гатчинская ул., 26.

84 коп.



«МАШИНОСТРОЕНИЕ»